

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE VACAS F1
HOLANDÊS X ZEBU EM FASE DE LACTAÇÃO,
EM AMBIENTES COM E SEM
SOMBREAMENTO DURANTE O VERÃO**

ANNA LUÍSA DE OLIVEIRA CASTRO

2016

ANNA LUÍSA DE OLIVEIRA CASTRO

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU
EM FASE DE LACTAÇÃO, EM AMBIENTES COM E SEM
SOMBREAMENTO DURANTE O VERÃO**

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

Orientadora
Prof^a. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho

UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL
2016

Castro, Anna Luísa de Oliveira

C355p

Parâmetros fisiológicos de vacas F1 Holandês x Zebu em fase de lactação, em ambientes com e sem sombreamento durante o verão [manuscrito] / Anna Luísa de Oliveira Castro. – 2016.
59 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2016.

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

1. Holandês (Bovino). 2. Lactação. 3. Leite Produção. 4. Zebu.
I. Carvalho, Cinara da Cunha Siqueira. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.2142

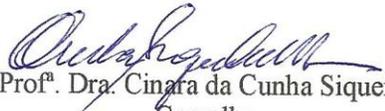
Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

ANNA LUÍSA DE OLIVEIRA CASTRO

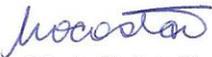
**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU,
EM FASE DE LACTAÇÃO, EM AMBIENTES COM E SEM
SOMBREAMENTO, DURANTE O VERÃO**

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

APROVADA em 01 de ABRIL de 2016.


Prof.^a Dra. Cinara da Cunha Siqueira
Carvalho
UNIMONTES
(Orientadora)


Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis
Pires
UNIMONTES


Prof.^a Dra. Maria Dulcinéia da Costa
UNIMONTES


Dr. Gustavo Chamon de Castro
Menezes
Dr. em ZOOTECNIA

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

À minha mãe Silvani, por ser minha professora da vida.
Ao meu pai Milton, por ser meu zootecnista da vida.
A um anjinho que passou em minha vida pra me mostrar quão grande um amor
pode ser e quanta força existe em mim.

DEDICO

Creio que Deus me emprestará tudo que necessito para triunfar,
contanto que eu me esforce para alcançar.

Creio nas orações e nunca fecharei meus olhos para dormir,
sem pedir antes a devida orientação a fim de ser paciente com os outros
e tolerante com os que não acreditam no que eu acredito.

Creio que o triunfo é resultado de esforço inteligente,
que não depende da sorte, da magia.

Creio que tirarei da vida exatamente o que nela colocar.

Serei cauteloso quando tratar os outros, como quero que eles sejam comigo.

Prestarei o melhor serviço de que sou capaz,
porque jurei a mim mesmo triunfar na vida,
e sei que o triunfo é sempre resultado do esforço consciente e eficaz.

Finalmente, perdoarei os que me ofendem,
porque compreendo que às vezes ofendo os outros e necessito de perdão.

MAHATMA GANDHI

AGRADECIMENTOS

Sonhei, busquei, conquistei, mas antes o sonho foi plantado em mim, agradeço a Deus que o semeou;

Aos meus pais, Milton e Silvani, faltam palavras pra agradecer! Por todo apoio, toda dedicação, todo esforço e até mesmo pelas palavras mais rígidas que me ajudaram a não desistir;

A Ruan, meu amor, esposo, amigo, que esteve todo o tempo ao meu lado, me dando força, diminuindo minhas preocupações, escutando minhas reclamações, me fazendo rir e, sobretudo, cuidando de mim;

Ao meu irmão Lucas, a quem tanto amo, sem ele minha vida não teria tanta graça;

À vovó Dalú e vovó Inha, por seus abraços apertados, e por estarem aqui para ver mais uma conquista minha;

À minha orientadora Cinara, com quem criei um vínculo que vai além da Universidade: por toda dedicação, conselhos, companheirismo, amizade e por muitas vezes ser mãe;

Aos Professores Laura e Fredson, que tomo a liberdade e tenho o prazer de chamar de amigos! Por todo incentivo para o ingresso no mestrado e por cada preocupação que tiveram comigo;

À Aylle, minha amiga irmã, por ser tão diferente de mim e ao mesmo tempo mostrar que as diferenças só fortalecem nossa amizade e nos completam;

À Julieta, ou Ju, como a chamo, por me receber tantos dias com sorrisos e também por sua amizade;

Ao professor José Reinaldo, por todo apoio dado, e por compartilhar sua sabedoria conosco;

Aos professores Maria Dulcinéia, Daniel Ananias e Camila Maida por toda atenção dispensada para redação desta dissertação;

A todos os colegas de turma do mestrado, por muitos e intensos momentos que vivemos na universidade, e também fora dela. Vocês são a melhor parte disso tudo!

Ao pessoal do grupo de estudo em ambiência os “filhos de Cinara”, por todo tempo juntos, pelos momentos de diversão nos tensos experimentos;

Às amigas Kátia e Priscila, pela amizade, companheirismo e cumplicidade, principalmente no período experimental que passamos juntas;

Ao Gustavo Chamon, por toda ajuda na parte experimental, dicas, idéias e também pela hospitalidade;

A todos os funcionários da EPAMIG Felixlândia, pelo apoio no experimento, pelos momentos de descontração, pela acolhida e pelas amizades que lá foram feitas. Um agradecimento especial ao Sr. Antério (*in memorian*), que tantas vezes fez questão de nos fazer sentir como se estivéssemos em casa. “Saudade é tudo que fica de alguém que não pode ficar”- Gabriel Chede-;

À FAPEMIG pelo apoio financeiro no desenvolvimento do projeto e a CAPES pela concessão de bolsa de estudos durante o mestrado;

À FINEP e MCTI pelo apoio financeiro ao projeto nº 1334/13;

A todos os professores, por contribuírem para minha formação;

À UNIMONTES, pela oportunidade.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Variáveis Climáticas.....	3
2.2 Parâmetros Fisiológicos.....	8
2.2.1 Frequência Respiratória.....	8
2.2.2 Batimento Cardíaco.....	10
2.2.3 Temperatura de Superfície Corporal.....	11
2.2.4 Temperatura Retal.....	12
2.2.5 Taxa de Sudação.....	14
2.3 Produção de Leite de Vacas F1.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Localização Experimental e Animais Avaliados.....	18
3.2 Caracterização do ambiente experimental	19
3.2.1 Ambiente 1: Pasto sem sombreamento.....	20
3.2.2 Ambiente 2: Pasto com sombreamento natural.....	20
3.3 Características Analisadas.....	21
3.3.1 Variáveis Ambientais e Índice do Ambiente Térmico.....	21
3.3.2 Parâmetros Fisiológicos.....	22
3.4 Delineamento Experimental e Análise Estatística.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Ambiente 1 : Pasto sem sombreamento.....	28

4.1.1 Caracterização do Ambiente Climático.....	28
4.1.2 Grupamentos Genéticos.....	31
4.1.3 Parâmetros Fisiológicos.....	32
4.2 Ambiente 2: pasto com sombreamento natural.....	38
4.2.1 Caracterização do ambiente climático.....	38
4.2.2 Grupamentos genéticos.....	40
4.2.3 Parâmetros fisiológicos.....	41
4.3 produção de leite	45
5. CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS

- (bat.min.⁻¹) – Batimentos por minuto;
(mov.min.⁻¹) – Movimentos por minuto;
(g.m².h⁻¹) – Gramas por metro quadrado por hora;
°C- Graus Celsius;
Kg- quilogramas;
eq.- Equação;
TR- Temperatura retal;
FR- Frequência respiratória;
BC- Batimento cardíaco;
TSC- Temperatura de superfície corporal;
TS - Taxa de sudação;
Tgn- Temperatura do globo negro;
Tpo- Temperatura do ponto de orvalho;
Tar- Temperatura do ar;
UR- Umidade relativa do ar;
ITGU- Índice de temperatura de globo negro e umidade;
PL- Produção de leite
H X N- Vaca F1 50% Holandês x 50% Nelore;
H X G- Vaca F1 50% Holandês x 50% Gir;
H X NG- Vaca F1 50% Holandês x 25% Nelore e 25% Gir;
H X GN- Vaca F1 50% Holandês x 25% Guzerá e 25% Nelore.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Histórico dos índices produtivos das vacas F1 avaliadas no experimento.....	19
TABELA 2: Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar e ITGU ao longo do dia no pasto sem sombreamento	28
TABELA 3: Médias de Frequência respiratória (FR), Temperatura retal (TR), Batimento cardíaco (BC), Temperatura de superfície corporal (TSC), Taxa de sudação (TS) e Produção de leite (PL) dos diferentes grupos genéticos.....	31
TABELA 4: Valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura Retal, Temperatura de Superfície Corporal e Taxa de Sudação dos animais criados no pasto sem sombreamento.....	33
TABELA 5: Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar e ITGU ao longo do dia no pasto com sombreamento natural.....	38
TABELA 6: Médias de Frequência respiratória (FR), Temperatura retal (TR), Batimento cardíaco (BC), Temperatura de superfície corporal (TSC), Taxa de sudação (TS) e Produção de leite (PL) dos diferentes grupos genéticos.....	40
TABELA 7: Valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura Retal, Temperatura de Superfície Corporal e Taxa de Sudação dos animais criados no pasto com sombreamento natural.....	42
TABELA 8: Média de produção de leite diária (litros. vaca. dia ⁻¹) dos animais criados em pastos sem sombreamento e com sombreamento natural.....	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Animais representativos dos diferentes grupos genéticos avaliados.....	19
FIGURA 2: Pasto sem sombreamento.....	20
FIGURA 3: Bosque formado pelas árvores no pasto com sombreamento natural.....	21
FIGURA 4: Animal contido no brete para avaliação visual dos movimentos do flanco.....	23
FIGURA 5: A) Aferição da frequência cardíaca por meio de auscultação. B) Detalhe da medição no animal.....	24
FIGURA 6: Medição da temperatura retal dos animais.....	24
FIGURA 7: Sequência da taxa de sudação. A) montagem da lâmina B) raspagem da pele do animal C) limpeza do couro do animal D) fixação dos discos no local de coleta E) discos após viragem de cor.....	26
FIGURA 8: Valores médios das variáveis e índice climático ao longo do dia no pasto sem sombreamento.....	29
FIGURA 9: Valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura de Superfície Corporal, Temperatura Retal e ITGU dos animais criados no pasto sem sombreamento.....	33
FIGURA 10: Valores médios das variáveis e índice climático ao longo do dia no pasto com sombreamento natural.....	39
FIGURA 11: Valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura de Superfície Corporal, Temperatura Retal e ITGU dos animais criados no pasto com sombreamento natural.....	43

RESUMO

CASTRO, Anna Luísa de Oliveira. **Parâmetros fisiológicos de vacas F1 Holandês x Zebu em fase de lactação, em ambientes com e sem sombreamento durante o verão.** 2016. 58 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil¹.

Objetivou-se caracterizar o efeito climático proporcionado por dois ambientes distintos, sobre as respostas fisiológicas de vacas F1 HxZ em fase de lactação durante o verão. O experimento foi conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), durante verão de 2015. Foram avaliadas 34 vacas em lactação, de 4 diferentes grupos genéticos F1 HxZ. Durante o período experimental, foram feitas medições diárias das variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro, com início às 07:00h e término às 16:00h e posteriormente calculados os valores de ITGU. Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR), batimento cardíaco (BC), temperatura de superfície corporal (TSC), temperatura retal (TR), e taxa de sudação (TS) foram obtidos às 07:00 e 14:00h. A pesagem do leite para se determinar a média de produção dos animais foi feita semanalmente. O experimento foi conduzido utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial 4 x 2 x 2, sendo quatro grupos genéticos, dois ambientes e dois horários, com 34 repetições. Em análises preliminares, os quatro grupos genéticos estudados se mostraram semelhantes, e, portanto, foram unificados. Foi avaliada a correlação entre os parâmetros fisiológicos e variáveis ambientais e foi feita análise de regressão. As variáveis foram submetidas à análise de variância utilizando o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System), e quando o teste F foi significativo, tiveram as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05). Animais F1 criados em pasto sem sombreamento e com sombreamento natural, não sofrem alteração nos padrões fisiológicos indicativos de estresse e não reduzem a produção láctea. O Índice de temperatura do globo e umidade atingiu valores considerados estressantes, porém os ambientes de criação não proporcionaram estresse e redução na produção dos animais. Tal fato sugere que maior número de investigações acerca dos valores críticos desses índices deve ser feito, o que permitiria a identificação dos valores que refletissem com maior precisão o estresse térmico dos animais F1.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof^a. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho - UNIMONTES (Orientadora), Prof. José Reinaldo Mendes Ruas - UNIMONTES (Coorientador).

ABSTRACT

CASTRO, Anna Luisa de Oliveira. **Physiological parameters of F1 Holstein x Zebu cows in lactation phase in environments with and without shading during summer.** 2016. 58 p. Dissertation (Masters in Animal Science) - State University of Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil².

This study aimed to characterize the climate effect provided by two distinct environments on the physiological responses of F1 HxZ cows lactating during the summer. The experiment was conducted at the Agricultural Research Company of Minas Gerais (EPAMIG) during summer 2015. We evaluated 34 lactating cows, 4 different genetic groups F1 HxZ. During the trial period, daily measurements of variables were made environmental: dry bulb temperature, relative humidity and black globe temperature, beginning with the 7 am and 4 pm and then calculated the IBGT values. The physiological parameters respiratory rate (RR), heart rate (BC), body surface temperature (TSC), rectal temperature (RT), and sweating rate (SR) were obtained at 7 am and 2 pm. The weighing of the milk to determine the average production of animals was done weekly. The experiment was conducted using a completely randomized design (CRD) in a factorial 4 x 2 x 2, four genetic groups, two rooms and two times with 34 repetitions. In preliminary analyzes, the four genetic groups studied were similar, and therefore were unified. the correlation among physiological parameters and environmental variables and regression analysis was performed. The variables were subjected to analysis of variance using the statistical package SAS (Statistical Analysis System), and when the F test was significant, had the treatment means compared by Tukey test (P <0.05). F1 animals raised on pasture without shading and natural shade, do not suffer from changes in physiological patterns indicative of stress and do not reduce milk production. The globe temperature and humidity level reached values considered stressors, but the creation environments did not produce stress and reduction in the production of animals. This suggests that more research about the critical values of these indices, which would allow the identification of values to reflect more accurately the thermal stress of the F1 animal.

² **Guidance Committee:** Prof^a. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho - UNIMONTES (Advisor), Prof. José Reinaldo Mendes Ruas - UNIMONTES (Co-Advisor).

1 INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil chegou a 34,2 bilhões de litros no ano de 2013, representando 5,3 % do total produzido no mundo e colocando o Brasil em 5º lugar no ranking mundial. Dentro desse contexto, Minas Gerais se destaca como o detentor do maior rebanho leiteiro do país e principal estado produtor, com produção de 9,3 bilhões de litros e uma participação de 27,2% na produção nacional (IBGE, 2015).

Nos países de clima tropical, o aumento na produção leiteira é limitado pelos baixos níveis produtivos das raças nativas e pelas dificuldades adaptativas das raças de origem européia (VASCONCELLOS *et al.*, 2003).

A eficácia produtiva e reprodutiva dos animais está relacionada à adaptação dos seus genótipos ao conjunto de fatores ambientais que caracterizam o sistema de produção da região, podendo estes ser favoráveis a alguns genótipos e desfavoráveis a outros (MCMANUS *et al.*, 2008). Portanto, para aperfeiçoar a produção leiteira, é importante identificar os genótipos mais convenientes a cada região.

Como uma alternativa viável para o aumento da eficiência produtiva utiliza-se o cruzamento genético envolvendo raças de origem indiana (zebuínos) e raças de origem européia (taurinos), por meio da heterose, conciliando assim, o potencial produtivo das raças taurinas com a rusticidade e resistência ao clima tropical das raças zebuínas.

A heterose confere maior adaptabilidade aos animais, contudo, com respostas produtivas baseadas nos efeitos do ambiente onde estão inseridos.

Animais criados a pasto ficam expostos a variações climáticas, radiação solar direta e intempéries, que podem vir a influenciar de forma negativa no sistema termorregulatório e reduzir a produção de leite. O uso de sombreamento natural com árvores isoladas ou em forma de bosques, bem como sombrites, são

estratégias adotadas no sistema de criação a pasto, para proporcionar conforto, manter a homeotermia e a produção.

Índices de conforto térmico são por vezes utilizados para medir o nível de estresse ou de conforto a que os animais são submetidos no ambiente de criação. No entanto, a adaptabilidade, tem feito com que esses animais não sintam os efeitos do estresse térmico, mesmo quando as variáveis ambientais indicam situação de desconforto para os mesmos, o que sugere que esses índices sejam estudados mais a fundo. O sistema de criação tem um papel importante na condição de conforto.

Assim, objetivou-se caracterizar o efeito climático proporcionado por dois ambientes distintos, sobre as respostas fisiológicas de vacas F1 HxZ em fase de lactação durante o verão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Variáveis Climáticas

O ambiente exerce influência direta sobre o desempenho dos animais, de modo a interferir positiva ou negativamente, dependendo do nível de conforto ou de estresse, respectivamente, promovido por ele (SILVA, 2000).

De acordo com Baêta e Souza (2010), o ambiente externo compreende todos os fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e climáticos que interagem com o animal, produz reações no comportamento destes, definindo, portanto, o tipo de relação ambiente animal. Assim, as funções reprodutivas, o crescimento, o consumo alimentar, consumo de água, e ainda, os parâmetros fisiológicos e comportamentais são afetados negativamente em condições ambientais desfavoráveis para os animais.

O Brasil possui cerca de dois terços do seu território situados na faixa tropical do planeta, onde predomina altas temperaturas do ar, em virtude da elevada radiação solar incidente. A temperatura média do ar situa-se acima dos 20 °C e a temperatura máxima se encontram acima dos 30 °C em grande parte do ano, atingindo, muitas vezes, valores entre 35 e 38 °C (TITTO, 1998).

Para a temperatura ambiente são definidas zonas de conforto térmico e de termoneutralidade específicas para as diferentes espécies de animais (MULLER, 1989). Na literatura, existe grande variação no que concerne às temperaturas que delimitam faixa de termoneutralidade, pois o conforto térmico também depende da umidade relativa do ar do ar, da adaptação e nível metabólico do animal, que passa pelo plano nutricional e nível de produção (AZEVEDO e ALVES, 2009).

De acordo com Muller e Botha (1993), a zona de termoneutralidade para a produção de leite está entre -5 °C e 21 °C para vacas Holandesas, sendo

ligeiramente maior, 24 °C, para vacas Jersey e Pardo suíço. Para raças Zebuínas, esse limite atinge 29 °C.

Nããs (1989) preconiza a faixa de 13 a 18 °C como confortável para a maioria dos ruminantes e recomenda temperaturas entre 4 a 24 °C para vacas em lactação, podendo restringir esses limites de 7 a 21 °C, em razão da umidade relativa do ar e da radiação solar. Corroborando com esses autores, Fuquay, Fox e McSweeney (2011) evidenciam que as raças leiteiras de alta produção tem sua zona de conforto térmico entre 5 e 15°C e o aumento de 15 para 25°C é suficiente para provocar perdas na produtividade. As temperaturas maiores que 25°C são consideradas extremamente críticas para o bem estar destes animais.

De acordo com Pires e Campos (2004), os sinais de estresse são visíveis nas vacas em lactação (redução na produção de leite e o comportamento letárgico), quando a temperatura ambiente está entre 26 e 32°C e a umidade relativa entre 50 e 90%. E, quando a temperatura aumenta de 32 para 37,8°C e a umidade relativa permanece entre 50 e 90%, os animais apresentam redução severa na produção de leite, ingestão de alimentos e elevação na temperatura corporal.

Considera-se que a maior influência do estresse pelo calor sobre a produção de leite é exercida via diminuição do consumo de alimentos e consequente redução da ingestão de energia metabolizável. Temperaturas diárias médias e máximas têm efeitos variáveis sobre a ingestão de alimentos e, subsequente, sobre a produção de leite, dependendo da umidade relativa do ar do ar e do tempo em que as vacas ficam em temperaturas capazes de provocar estresse (AZEVEDO, 2005).

A umidade relativa do ar é o termo utilizado para descrever a quantidade de vapor de água contido na atmosfera, sem fazer referência a outros estados da água, seja na forma líquida ou sólida (MARIN, ASSAD e PILAU, 2008).

O limite de umidade relativa do ar ideal para animais domésticos varia de 60 a 70% (MÜLLER, 1989). Sampaio *et al.* (2004), afirmaram que valores entre 55 a 70%, caracterizam uma condição desejável nas horas mais quentes, quando o animal dispõe de processos evaporativos para perda de calor.

Quando a temperatura ambiente supera o valor máximo de conforto para o animal, a umidade passa a ter importância fundamental nos mecanismos de dissipação de calor (PIRES e CAMPOS, 2008; BAÊTA e SOUZA, 2010).

Se o ambiente for muito quente, o excesso e a carência de umidade serão prejudiciais. Em um ambiente quente e seco, a evaporação ocorre rapidamente, podendo causar irritação cutânea, desidratação da pele e mucosas predispondo o animal a patologias (STARLING *et al.*, 2002).

Em um ambiente quente e úmido, a evaporação se processa lentamente, reduzindo a termólise e aumentando o estresse de calor, principalmente porque a termólise por convecção é ineficaz quando diminui o diferencial de temperatura entre a superfície do corpo e a atmosfera (SILVA, 2000; SOUZA *et al.*, 2007).

É menos impactante a criação animal em um local de baixa umidade relativa do ar, quando a temperatura do ar é alta, pois a umidade relativa do ar apresenta relação inversamente proporcional à dissipação de calor por evaporação. Neste caso, se a umidade for elevada, a evaporação é lenta, reduzindo-se a perda de calor e alterando o equilíbrio térmico do animal (VALÉRIO, 2000).

Com o intuito de informar um valor único para caracterizar a sensação térmica, Buffington *et al.* (1981) desenvolveram para bovinos leiteiros mantidos a pasto, o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) que engloba não só a temperatura do ar, mas também o efeito da radiação, da umidade relativa do ar, da pressão barométrica e o efeito do vento (MEDEIROS e VIEIRA, 1997). Em razão disso, o ITGU tem sido utilizado por caracterizar de

forma numérica a sensação térmica proporcionada pelo ambiente (MARTELLO *et al.*, 2004).

De acordo com Buffington *et al.* (1981) e Silva (2000), o ITGU é o índice mais preciso para prever o bem-estar térmico em regiões tropicais, pois, em seu cálculo é incorporado a umidade por meio do ponto de orvalho, a temperatura de bulbo seco e a radiação solar, em um único valor. Em condições severas de estresse por calor, os autores do ITGU consideram que este índice é mais indicado que o ITU, porém, os dois são similares como indicadores de conforto animal em condições de estresse moderado.

O globo de Vernon, globo negro ou globo termômetro consistem de uma esfera oca, de cobre, com aproximadamente 0,15 m de diâmetro, pintada externamente com duas camadas de tinta preto-fosca para maximizar a absorção de radiação solar. Em seu interior, é inserido um termômetro para leitura da temperatura. O termômetro de globo negro indica os efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do ar.

Buffington *et al.* (1981) classificaram os valores de ITGU e concluíram que valores até 74 indicam uma situação de conforto para os animais; de 74 a 78 situação de alerta; 79 a 84 situação perigosa, acima de 84 indicam uma situação de emergência, necessitando de intervenção no sistema de produção.

A radiação solar é uma energia emitida pelo Sol, sob a forma de radiação eletromagnética que incide de forma direta ou indireta sobre os corpos presentes na terra. A intensidade da radiação solar está relacionada com a temperatura do ambiente onde o animal vive e influencia os tecidos que revestem seu corpo (STARLING *et al.*, 2002). Nas regiões tropicais, a capa externa possui funções mais relacionadas à proteção mecânica da epiderme, ao mimetismo e à proteção contra a radiação solar (SILVA, 2000).

Com o intuito de se evitar as patologias dérmicas oriundas da radiação solar direta e conseqüente redução na produção, Paes Leme *et al.* (2005),

sugerem que o fornecimento de sombra natural é a primeira medida, e de menor custo, utilizada como modificação do ambiente para proteger o animal do excessivo ganho de calor proveniente da radiação solar e, assim, prevenir o estresse calórico e patologias dérmicas.

Rodrigues, Souza e Filho (2010) afirmaram que qualquer tipo de sombra, natural ou artificial, que consiga reduzir os índices e variáveis da temperatura ambiental, representa papel importante na pecuária leiteira. Já Baeta e Souza (2010) indicaram que as sombras naturais (árvores) possibilitam um maior conforto animal frente às sombras artificiais (tela sombrite, telha cerâmica, amianto, metal galvanizado, etc.).

No inverno, a radiação solar não constitui um fator de desconforto para os animais, uma vez que a tendência é dos mesmos preferirem ficar ao sol (BENNETT, FINCH, e HOLMES, 1985), com exceção quando estão na posição em pé, ruminando ou em ócio.

Baêta e Souza (2010) afirmaram que os animais expostos ao ar livre têm na radiação solar, o principal responsável pelo acréscimo do calor corporal interno. De acordo com os mesmos autores, durante o dia, quase todo o calor absorvido provém da radiação solar, de forma direta ou indireta, sendo esta, um dos principais causadores de estresse nos animais, e desta forma, estruturas para sombreamento visam atenuar o efeito da radiação sobre os animais.

Para Titto *et al.* (2008), o efeito benéfico da disponibilidade de sombra para os animais de produção baseia-se na melhoria de suas condições fisiológicas (frequência respiratória, temperatura retal, batimentos cardíacos, etc.), no comportamento animal (consumo, ócio, ruminação, etc.) e no desempenho produtivo (carne, leite, etc.), percebendo-se diferenças mais acentuadas nestas variáveis quanto menor for a tolerância dos animais às elevadas temperaturas.

Para que os animais possam usufruir ao máximo do conforto térmico proporcionado pelo sombreamento natural, a distribuição das árvores deve ser levada em consideração, uma vez que a formação de pequenos bosques nos piquetes proporciona melhor condição de conforto aos bovinos do que a presença de arvores com distribuição isolada nas pastagens (ALMEIDA *et al.*, s.d.; CARVALHO *et al.*, 2002).

2.2 Parâmetros fisiológicos

O sucesso na produção animal está diretamente relacionado com o grupamento genético de animais que melhor se adaptaram às condições climáticas. Quando as condições ambientais não estão dentro da zona de termoneutralidade, o organismo animal se ajusta fisiologicamente para conservar ou dissipar calor (BAÊTA E SOUZA, 2010). Dentre os ajustes fisiológicos acionados pelos animais, tem-se a temperatura retal, frequência respiratória, batimento cardíaco, temperatura de superfície corporal e taxa de sudação.

2.2.1 Frequência respiratória

O primeiro sinal visível de resposta ao estresse térmico é o aumento no número de incursões respiratórias (taquipnéia), embora esta seja o terceiro mecanismo na sequência de adaptação fisiológica, pois a vasodilatação

periférica e o aumento da sudorese ocorrem previamente (CUNNINGHAN, 1999; ROSAROLLA, 2007).

O aumento da temperatura retal e da frequência respiratória tendem a acompanhar o aumento da temperatura ambiente. Para se defender do estresse térmico, os bovinos recorrem a mecanismos adaptativos fisiológicos de perda de calor corporal para evitar a hipertermia. Dessa forma, aumentam a frequência respiratória, como mecanismo adicional à perda de calor por sudorese, constituindo-se, ambos, em meios importantes de perda de calor por evaporação (BACCARI Jr., 2001).

Alterações nos parâmetros fisiológicos são justificadas pelo fato da perda de calor por radiação, condução e convecção ser dificultada proporcionalmente ao aumento da temperatura e umidade do meio, ou seja, quando ocorre elevação da temperatura, os mecanismos termoregulatórios são ativados, assim, o centro termorregulador, sediado no hipotálamo, dá início a termólise (FERREIRA *et al.*, 2009).

A frequência respiratória apresenta vínculo direto com a manifestação do estresse térmico, contudo sua contribuição varia entre espécies e idades dos animais. Entre os bovinos estressados pelo calor, 30% de suas perdas evaporativas ocorrem por meio dos movimentos respiratórios e 70% pela sudorese (SILVA, 2000). O aumento ou diminuição da frequência respiratória está na dependência da intensidade da duração do estresse a que estão submetidos os animais (ROSAROLLA, 2007).

Pires e Campos (2004) evidenciaram que com 23 mov.min.⁻¹ os animais não sofrem estresse algum, em condições termoneutras, a frequência respiratória varia de 24 a 36 movimentos por minuto e acima de 26°C começa a elevar-se significativamente (BACCARI Jr., 2001).

Em situações em que a frequência respiratória alcança valores entre 45 a 65 mov.min.⁻¹ os animais não enfrentam situação estressante ou a mesma

está sob controle; de 70 a 75 mov.min.⁻¹ ocorre o início do estresse, tendo como consequência a redução do apetite; com 90 mov.min.⁻¹ já ocorre estresse acentuado, com diminuição do apetite, conseqüente queda na produção e reprodução; de 100 a 120 mov.min.⁻¹ o animal está sob estresse severo com expressivas perdas na produção, diminuição da ingestão de alimentos chegando a 50% e a fertilidade podendo cair para 12%; acima de 120 mov.min.⁻¹ ocorre o estresse mortal, as vacas expõem a língua e babam muito, não conseguem beber água e se alimentar (HAHN e MADER, 1997; PIRES e CAMPOS, 2004).

Pires *et al.* (1998) avaliando os parâmetros fisiológicos de vacas da raça Holandesa confinadas, verificaram que houve aumento da frequência respiratória (41 para 60 mov.min.⁻¹) para as estações inverno e verão, respectivamente.

2.2.2 Batimento Cardíaco

O batimento cardíaco (BC) é um parâmetro fisiológico importante na avaliação do bem estar animal, que pode ser influenciada pela espécie, raça, idade, trabalho muscular e temperatura ambiente (KOLB, 1980).

De acordo com Nããs e Arcaro Júnior (2001), a frequência cardíaca de uma vaca leiteira quando está em situação de conforto térmico encontra-se por volta de 60 a 80 pulsações por minuto.

O aumento ou redução do batimento cardíaco é dependente da intensidade do estresse a que os animais estão submetidos, e a capacidade de adaptação desses animais. Em intensidade de estresse térmico moderada, a

frequência cardíaca é reduzida como resposta a dilatação periférica dos vasos. No entanto, quando a temperatura se eleva acima da zona de conforto, esses animais podem apresentar dificuldades de aclimatação, e resultar em aumento na frequência cardíaca (KADZEREA *et al.*, 2002).

A diminuição ou manutenção da frequência cardíaca também pode ser observada em animais adaptados ao clima quente (CERUTTI *et al.*, 2013). Para Pereira (2005) o aumento da frequência cardíaca é uma resposta endócrina ao estresse térmico.

Silva *et al.* (2002) ao analisar os efeitos fisiológicos em gado Holandês submetido a duas ordenhas verificaram que, na segunda ordenha, ou seja, em horários mais quentes do dia, ocorria um aumento significativo dos batimentos cardíacos e uma conseqüente queda na produção de leite. A frequência cardíaca dos bovinos se altera com muita facilidade, como por exemplo, o fato desses estarem deitados, caminhando ou ainda pastejando (TEIXEIRA, 2005).

2.2.3 Temperatura de Superfície Corporal

A temperatura da superfície corporal sofre influência dos fatores climáticos como a temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, bem como, devido às alterações fisiológicas como a vascularização e sudorese (FERREIRA *et al.*, 2006). Isso mostra que a temperatura da superfície corporal está altamente sujeita às variações que ocorrem no ambiente ao longo das horas do dia.

Em temperaturas mais amenas (inferiores a 25° C), os animais dissipam calor para o ambiente através da pele, por radiação, por condução e por

convecção (CUNNINGAM, 1999). Em condição climática oposta, os animais não conseguem dissipar o calor e a temperatura retal aumenta acima dos valores fisiológicos normais e desenvolve-se o estresse calórico, responsável em parte pela baixa produtividade animal nos trópicos (NÓBREGA *et al.*, 2011).

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 temperatura da superfície corporal de vacas da raça Holandesa, alojadas em instalações climatizadas, pode variar de 31,6 °C (6h) a 34,7°C (13h), sem indicar que o animal está sofrendo estresse pelo calor.

Silva (2000) assegura que a superfície externa do corpo representa a principal linha de fronteira entre organismo e ambiente, sendo a outra linha constituída pelos tecidos pulmonares e respiratórios.

Estudos têm demonstrado que ao serem utilizados artificios geradores de melhorias das condições ambientais das instalações (sombreamento, ventiladores, nebulizadores, chuveiro em sala de espera), a resposta produtiva dos animais é sempre positiva (CAMPOS *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2002; BARBOSA *et al.*, 2004).

2.2.4 Temperatura retal

A temperatura retal (TR) é usada, frequentemente, como índice de adaptação fisiológica ao ambiente quente, pois seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (MOTA, 1997).

Fatores extrínsecos podem atuar na variação da temperatura retal como à hora do dia, ingestão de alimentos e de água, estado nutricional, temperatura

ambiente, densidade, sombreamento, velocidade dos ventos, estação do ano, exercício e radiação solar, enquanto que fatores intrínsecos estão relacionados com a individualidade, como por exemplo, idade, raça, sexo e estado fisiológico. Bovinos zebuínos adaptados aos trópicos são menos sujeitos aos efeitos extremos da temperatura quando comparados aos bovinos taurinos, mais adaptados aos climas temperados (CARVALHO *et al.*.,1995; FERREIRA *et al.*,2006).

A manutenção da temperatura interna corporal ou temperatura retal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor (FERREIRA *et al.*,2006). A referência fisiológica dessa variável é obtida mediante a mensuração da temperatura retal, que pode variar de 38,1 a 39,1 °C para animais das raças de corte e de 38,0 a 39,3 °C, para animais leiteiros (ROBINSON, 1999; DUPEREZ, 2000).

Barca Júnior *et al.* (2010), avaliando animais Girolando e da raça Holandesa com objetivo de utilizar os dados para seleção de animais termotolerantes, não encontraram diferença significativa entre os grupos quanto à temperatura retal e frequência respiratória em nenhuma das aferições, quando a temperatura do ar era de 25 °C e ITGU (índice de temperatura do globo e umidade) e ITU (índice de temperatura e umidade) inferiores a 80. Entretanto, às 13:00 horas, quando a temperatura do ar atingia 37 °C, ITGU de 99,7 e ITU de 86,14, a temperatura retal e a frequência respiratória sofriam alteração.

Vacas em lactação expostas a altas temperaturas ambientais associado à alta umidade relativa do ar e radiação solar, usualmente respondem com redução na produção leiteira e menor ingestão de alimentos (WHEELLOCK *et al.*, 2010).

Autores avaliando a interferência das condições climáticas da região Norte de Minas Gerais sobre a temperatura retal, a frequência respiratória e a hematologia em vacas lactantes da raça Holandesa, evidenciaram que no

decorrer do dia, a temperatura retal apresentou tendência de elevação às 18 horas (NÄÄS E ARCARO JÚNIOR 2001; MARTELLO *et al.*, 2004 e PERISSINOTO *et al.*, 2009).

A TR mais elevada à noite geralmente ocorre porque os animais não têm o tempo necessário para se recuperarem dos efeitos da alta temperatura no período da tarde. A TR expressa a quantidade de calor acumulado pelas vacas, sendo proporcional ao final do dia, ao estresse térmico a que o animal tiver sido submetido durante o dia (PIRES *et al.*, 2002).

2.2.5 Taxa de Sudação

A perda de calor latente evaporativo, através das glândulas sudoríparas, é um dos mecanismos de adaptação ao estresse por calor. Os animais domésticos que mais suam, pela ordem decrescente de importância desse mecanismo para a termorregulação, são os equinos, asininos, bovinos, bubalinos, caprinos, ovinos e suínos (FALCO, 1997).

Cerca de 1/3 da termólise evaporativa ocorre pelas vias respiratórias e 2/3 pela cutânea, portanto, a ocorrência de estresse térmico em bovinos pode seguramente ser diagnosticada pelos aumentos da temperatura retal, frequência respiratória e taxa de sudação (SOUSA JÚNIOR *et al.*, 2008). Porém, é importante ressaltar que a termólise evaporativa em regiões de clima quente como nos sertões semi-áridos poderá ser prejudicada tanto pelo excesso quanto pela falta de umidade (SILVA, 2000).

A eficiência da sudorese está vinculada ao tipo de glândula e ao ambiente térmico onde os animais estão inseridos. As diferenças entre os tipos de glândulas apresentam-se vinculadas à localização, tipo de secreção e forma de eliminação do suor (SILVA, 1999; GEBREMEDHIN e WU, 2002).

Os ruminantes caracterizam-se por apresentarem glândulas sudoríparas do tipo apócrinas, com diferenças estruturais e funcionais entre espécies e raças (SILVA, 2000). Falco (1997) relatou que nos bovinos as glândulas destacam-se pelo diâmetro e formato, sendo que na maioria das raças européias esse é enovelado com diâmetro de até 100 mm, enquanto nos zebuínos as glândulas possuem o formato de um saco, cujo diâmetro oscila entre 180 e 200 mm. Os zebuínos em especial apresentam glândulas mais próximas à superfície, fatores estes facilitadores da secreção e excreção do suor.

Quando os animais estão sob estresse calórico, há aumento da sudorese, na tentativa de evitar a hipertermia (AZEVEDO, 2005; FERREIRA *et al.*, 2009). Esse fato é explicado pelo aumento da circulação sanguínea para epiderme, em situações de alta temperatura, proporcionando uma quantidade adicional de matéria-prima para as glândulas sudoríparas e estimulando a sua ação (FALCO, 1997).

Sousa Junior *et al.* (2008), ao avaliarem o comportamento da termólise evaporativa cutânea e da temperatura corporal de caprinos, ovinos e bovinos mestiços de Holandês, durante os períodos, seco e chuvoso, no ambiente semi árido, relataram que a umidade do ar correlacionou-se com as variáveis termorreguladoras, sendo essa correlação positiva com temperatura retal e frequência respiratória e negativa com a taxa de sudação. Isto indica que em situações de maior umidade do ar os animais tiveram maior necessidade de aumentar a dissipação de calor pelas vias respiratórias, porém a sudorese foi reduzida.

Bianchini *et al.* (2006), avaliando as características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros, observaram que a raça Holandesa é a que possuiu menor área de tecido ocupada por glândulas sudoríparas, o que pode indicar maior dificuldade de perda de calor corporal.

Existe uma relação inversa entre a sudorese e a capacidade de ofegar, principalmente no Zebu. Os animais que apresentam maior taxa de sudação demonstram menor FR, pois a correlação entre essas variáveis geralmente é negativa e significativa (FERREIRA *et al.*, 2009)

De forma geral, animais que apresentam maior capacidade de sudação utilizam menos a FR para dissipar calor (AZEVEDO, 2005).

2.3 Produção de leite de vacas F1

O rebanho brasileiro é composto por 6% de vacas de raças especializadas, que produzem em média, 4.500 kg de leite/lactação, 74% de vacas cruzadas com produção média de 1.100 kg/lactação e 20% de vacas sem qualquer especialização, com produção média de 600 kg/lactação (VILELA, 2003).

Em Minas Gerais, Estado de grande tradição na produção de leite, o cenário não é diferente. Estima-se que mais de um quarto do rebanho de 20 milhões de bovinos, seja constituído de vacas leiteiras. O leite é produzido comercialmente em todos os 853 municípios, situação reveladora da importância econômico-social da atividade, praticada, como no restante do país, substancialmente com animais cruzados (MERCATTI NETO *et al.*, 2004).

Bovinos zebuínos adaptados aos trópicos são menos sujeitos aos efeitos extremos da temperatura quando comparados aos bovinos taurinos (SILVA *et al.*, 2010). Esta adaptação vem de características marcantes do gado zebuino, como pele solta e bem pigmentada, presença de cupim, barbela e bainha, que facilitam as trocas térmicas, possuem glândulas sudoríparas em maior tamanho, maior número e mais funcionalidade (SANTIAGO, 1965; RIBEIRO *et al.*, 2009;).

Dentre as raças de origem européia utilizadas, predomina a Holandesa e, dentre as zebuínas, a Gir. A combinação da rusticidade do gado Gir com a especialização leiteira do gado Holandês resulta em indivíduos de excelente desempenho na produção de leite. Os animais de maior percentual de genes da raça Holandês são mais exigentes no manejo e na alimentação, porém, são mais produtivos. Por outro lado, os animais com menor percentual desses genes, não são tão exigentes, todavia, são menos produtivos (GOMES, 2007).

Pesquisa realizada na EMBRAPA/Gado de Leite (Coronel Pacheco – Minas Gerais) com o objetivo de testar qual seria a melhor estratégia de cruzamento visando à produção de leite, mostrou que as vacas “meio sangue” (F1), Zebu (Gir) x Holandês, tem apresentado uma superioridade produtiva, reprodutiva e econômica para a produção de leite, quando comparadas com outros tipos de cruzamentos, ou quando o manejo não é suficiente para se explorar as raças puras especializadas para leite (MADALENA, 2001).

Isto ocorre em virtude da heterose resultante do cruzamento entre as raças Holandesa e Zebuína, algumas características, como: fertilidade elevada, maior tempo de vida útil, bons níveis de produção, adaptação a ambientes desfavoráveis, a manejos diferenciados, a ordenha mecânica associada à capacidade em criar bem o bezerro, resistência a carrapatos e moscas, entre outras, levam as vacas meio-sangue F1 HZ a serem percebidas e denominadas vacas econômicas (TEODORO, VERNEQUE e MARTINEZ, 2002).

A heterose é um fenômeno pelo qual os filhos provenientes de cruzamento de raças diferentes apresentam melhores desempenhos, como maior produtividade, resistência e precocidade que seus pais. A Heterose ou vigor híbrido tende a ser mais pronunciada quanto maior a distância genética entre as raças envolvidas no cruzamento, ou seja, quando se fala em cruzamento de animais taurinos com zebuínos, é obtido o benefício máximo da heterose. (LEMOS e TEODORO, 1993; TEIXEIRA, 2001.)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização experimental e animais avaliados

O experimento foi conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Felixlândia- Minas Gerais. A área experimental está localizada a uma latitude 18° 43' 52'' S, longitude 44° 52' 33'' W e com altitude de 628 metros. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (tropical com estação seca). O índice pluviométrico anual é de 1118,9 mm, com temperaturas médias anuais de 22,6 °C, com mínimas de 16,6 °C e máximas de 30,2 °C.

O trabalho foi realizado durante os meses de fevereiro a abril (verão) de 2015, ao longo do dia, com o propósito de caracterizar o efeito climático proporcionado por dois ambientes distintos sobre as respostas fisiológicas de 34 vacas F1 em lactação, provenientes do cruzamento de touro Holandês com vacas de quatro bases maternas zebuínas distintas, com 100% de heterose, sendo eles:

- 8 animais Holandês (50%) x Nelore (50%);
- 10 animais Holandês (50%) x Gir (50%);
- 10 animais Holandês (50%) x Nelore (25%) x Gir (50%);
- 6 animais Holandês (50%) x Guzerá (25%) x Nelore (25%);

A Tabela 1 e a Figura 1 ilustram a caracterização física e produtiva do lote de animais experimentais.

TABELA 1. Histórico dos índices produtivos das vacas F1 avaliadas no experimento

Grupamento	Período de lactação (dias)	Produção de leite (Kg)	Média de partos	Média de produção diária	Peso (Kg)
H X G	320	3728	3,7	11,0	490
H X NG	331	3624	4,6	10,9	502
H X GN	270	2106	2,0	7,8	501
H X N	244	2093	2,6	8,6	531



FIGURA 1. Animais representativos dos diferentes grupos genéticos avaliados.

3.2 Caracterização do ambiente experimental

As 34 vacas foram subdivididas em dois grupos de 17 animais cada. Estas foram alojadas em dois ambientes distintos como descrito a seguir:

3.2.1 Ambiente 1: Pasto sem sombreamento

O pasto sem sombreamento era composto por 18 hectares divididos em piquetes de 1 hectare, onde os animais permaneciam pelo período de um dia (pastejo rotacionado). A distância deste pasto até o curral de manejo era de 450 metros (Figura 2).



FIGURA 2. Pasto sem sombreamento.

3.2.2. Ambiente 2: Pasto com sombreamento natural

O segundo pasto era composto por 8 hectares, dos quais, aproximadamente, 2 hectares eram providos com sombreamento natural, formado por bosques de árvores nativas. Este pasto possui uma região de aguada

utilizada como bebedouro para os animais. A distância do pasto sombreado até o curral de manejo era de 810 metros (Figura 3).



FIGURA 3. Bosque formado pelas árvores no pasto com sombreamento natural.

No ambiente 1 e 2 o pasto era estabelecidos com gramíneas do gênero *Urochloa*, e durante o período diurno e noturno as vacas tiveram acesso a esses piquetes com suplementação no cocho de sal mineral e água à vontade. Os pastos apresentavam disponibilidade média de matéria verde de 11,6 toneladas por hectare e 26,6 % de matéria seca.

3.3. Características analisadas

3.3.1. Variáveis ambientais e índice do ambiente térmico

Durante o período experimental, foram feitas medições diárias das variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar do ar e

temperatura de globo negro, com início às 07:00h e término às 16:00h. Os instrumentos específicos para coleta da temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar do ar foram instalados nos piquetes (com e sem sombreamento natural) onde os animais permaneciam.

Para a obtenção dos valores das variáveis climáticas foram utilizados 4 termômetros digitais da marca Extech, modelo RHT10 instalados nas áreas avaliadas. Os sensores foram programados para coletar as variáveis a cada 10 minutos. Os instrumentos ficaram posicionados a uma altura de 1,70 m do piso, sendo essa a altura média representativa dos animais.

A partir dos dados coletados foi calculado o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), por meio da equação proposta por Buffington *et al.* (1981), obtido com a seguinte expressão.

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

Onde:

Tpo = Temperatura do ponto de orvalho (°C)

Tgn= Temperatura do globo negro (°C)

3.3.2. Parâmetros fisiológicos

Os seguintes parâmetros fisiológicos: frequência respiratória, batimento cardíaco, temperatura de superfície corporal e temperatura retal foram mensurados às 07:00 e às 14:00h. A coleta foi realizada no tronco localizado no curral durante 15 dias. A taxa de sudação foi feita em 16 animais diariamente, tomados aleatoriamente dos 4 diferentes grupos genéticos existentes.

Nos 14 dias que antecediam o experimento os animais passaram por período adaptativo, onde eram levados diariamente ao tronco, para se

acostumarem ao manejo das variáveis fisiológicas, bem como com a presença do pessoal responsável pelas coletas.

Os animais eram trazidos dos piquetes e ficavam alocados no curral de espera e na fila do brete, até serem levados para o tronco de contenção onde eram feitas as mensurações.

Após a aferição dos parâmetros fisiológicos os animais eram ordenhados de acordo com o manejo rotineiro da fazenda, e após ordenha, retornavam para os piquetes.

A frequência respiratória foi determinada por meio de avaliação visual, observando-se os movimentos do flanco (mov.min.^{-1}) por 15 segundos, multiplicado por quatro para determinar os movimentos por minuto, de cada animal (Figura 4).



FIGURA 4. Animal contido no brete para avaliação visual dos movimentos do flanco.

A mensuração da frequência cardíaca ocorreu por meio de auscultação com o uso de estetoscópio, no lado esquerdo do animal, entre o 3º e 5º espaços intercostais, a auscultação por 15 segundos e posteriormente multiplicada o

resultado por quatro para determinar a frequência cardíaca por minuto (Figura 5).



FIGURA 5. A) Aferição da frequência cardíaca por meio de auscultação. B) Detalhe da medição no animal.

A temperatura retal foi registrada por meio do uso de um termômetro clínico digital, com escala até 44 °C, inserido diretamente no reto do animal, a uma profundidade aproximada de três centímetros, permanecendo por um período de 2 minutos (Figura 6).

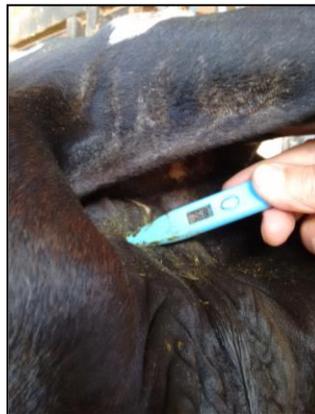


FIGURA 6. Medição da temperatura retal dos animais.

A temperatura corporal foi medida na frente, no dorso, na canela posterior e no úbere do animal, por meio de termômetro de infravermelho digital portátil. A média ponderada foi calculada atribuindo-se peso de 10% para a frente, 70% para o dorso, 12% para a canela e 8% para o úbere de acordo com a metodologia descrita por Pinheiro *et al* (2005):

$$TSC = 0,10 \times T. \text{ frente} + 0,7 \times T. \text{ dorso} + 0,12 \times T. \text{ canela} + 0,08 \times T. \text{ úbere} \quad \text{eq. 2}$$

Em que:

TSC = temperatura de superfície corporal

T = temperatura (°C).

A taxa de sudção foi realizada conforme metodologia descrita por Berman (1957) e modificada por Schleger e Turner (1965). Discos de 0,5 cm de diâmetro foram obtidos de um papel de cromatografia tipo Whatman N° 1 tratado previamente em solução aquosa a 10% de cloreto de cobalto, secado ao ar livre e, depois, em estufa a 90 °C. Este papel quando seco apresenta cor azul-violeta, e quando saturado de água a cor é róseo-clara.

Foi raspada uma área de pele de aproximadamente 1 x 3 cm, localizada no pescoço dos animais, após isso foi feita a limpeza da gordura e sujeira da pele com um pano seco.

Três dos discos de papel foram fixados em uma fita adesiva transparente e essa fita aplicada à pele e, imediatamente, se iniciou a cronometragem do tempo necessário para a completa viragem da cor de cada disco de azul-violeta para róseo-claro. Cada disco foi controlado em separado, sendo determinados o tempo de viragem em segundos e sua média t. A taxa de saudação foi calculada então pela seguinte fórmula:

$$S = (22 \times 3600) / (2,06t) = 38446,6/t, \text{ g.m}^{-2}.\text{h}^{-1} \quad \text{eq. 3}$$

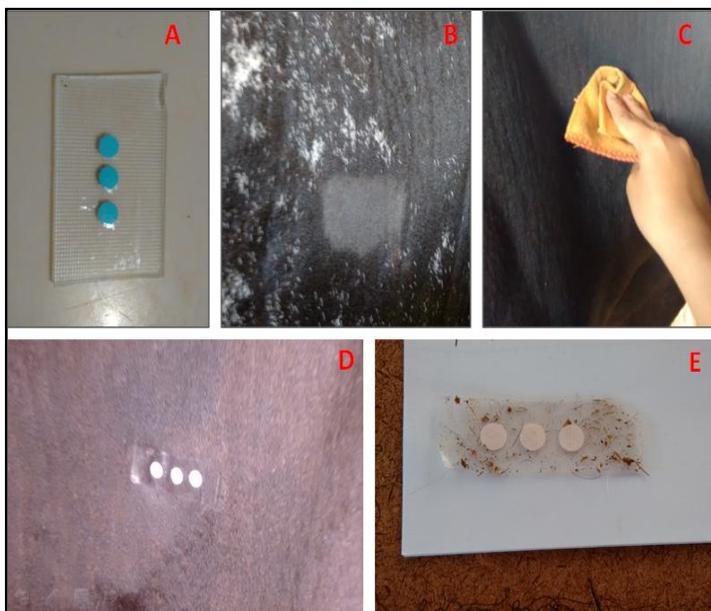


FIGURA 7. Sequência da taxa de sudação. A) montagem da lâmina B) raspagem da pele do animal C) limpeza do couro do animal D) fixação dos discos no local de coleta E) discos após viragem de cor.

A pesagem do leite para se determinar a média de produção dos animais foi feita semanalmente, bem como a pesagem dos próprios animais para controle.

3.4 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, inicialmente no esquema fatorial 4 x 2 x 2, sendo quatro grupos genéticos, dois ambientes e dois horários, com 34 repetições. Uma segunda análise foi feita para cada ambiente separadamente eliminando o grupo genético

do modelo e avaliando apenas o efeito dos 2 horários no comportamento animal. Foi calculada a correlação entre os parâmetros fisiológicos e as variáveis ambientais. Também foi avaliado o efeito dos ambientes em função dos horários na produção de leite. Com o objetivo de verificar o comportamento das variáveis climáticas no decorrer do dia foi feita análise de regressão.

As variáveis foram submetidas à análise de variância utilizando o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System), e quando o teste F foi significativo, tiveram as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AMBIENTE 1: PASTO SEM SOMBREAMENTO

4.1.1 Caracterização do ambiente climático

Os valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar do ar e ITGU no pasto sem sombreamento, ao longo do dia, estão dispostos na Tabela 2 e ilustrados na Figura 8.

TABELA 2. Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar e ITGU ao longo do dia no pasto sem sombreamento

Ambiente Climático	Horários								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tar (°C)	24,6	25,7	26,7	28,2	31,6	33,6	34,7	37,1	37,3
UR (%)	81,2	77,0	76,2	71,3	61,0	58,0	53,7	45,2	45,1
ITGU	81,5	82,5	84,4	85,7	86,4	87,7	86,5	87,2	85,6
	Equações								R ²
Tar (°C)	$\hat{Y} = 11,59833 + 1,77166x$								0,97
UR (%)	$\hat{Y} = 110,09302 - 3,96108x$								0,97
ITGU	$\hat{Y} = 53,93465 + 4,2595x - 0,15749x^2$								0,98

A temperatura do ar foi crescente ao longo do dia, e a partir das 10:00 horas da manhã os animais foram expostos a temperaturas superiores a zona de termoneutralidade fixada para animais zebuínos que é de até 29 °C, dessa forma

os animais conseguem manter a temperatura corporal constante com um mínimo de esforço do sistema termorregulador (Müller e Botha 1993, Müller, 1989).

No período da tarde, às 15:00 h verificou-se o maior valor médio de temperatura do ar 37,3 °C. A equação de regressão mostra que a cada hora, ocorria um aumento de 1,77 °C na temperatura do ar.

A elevação da temperatura do ar é justificada pela maior radiação solar incidente durante o verão, situação rotineira em quase todo território nacional que encontra-se na faixa tropical. A temperatura média do ar situa-se acima dos 20 °C e a temperatura máxima se encontram acima dos 30 °C em grande parte do ano, atingindo, muitas vezes, valores entre 35 e 38 °C (TITTO, 1998; BACCARI JUNIOR, 2001).

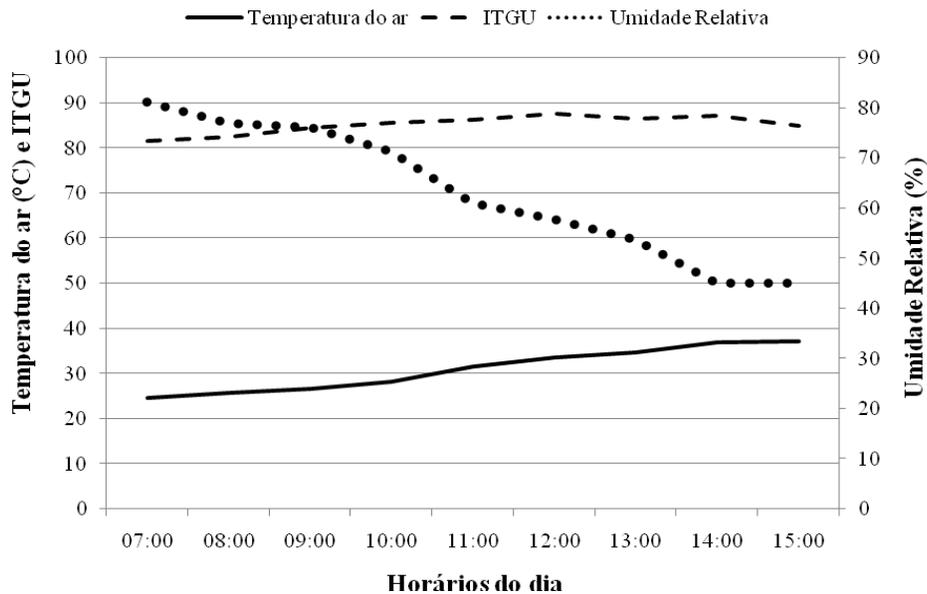


FIGURA 8. Valores médios das variáveis e índice climático ao longo do dia no pasto sem sombreamento.

Rocha *et al.* (2012) avaliando o índice de tolerância de vacas leiteiras (*Bos taurus* x *Bos indicus*) ao calor no Ceará, encontraram os menores valores de temperatura do ar mínima, registrados pela manhã. Para os dados de temperatura do ar máxima, os maiores valores foram registrados no turno da tarde.

Os valores de umidade relativa do ar foram decrescentes, ocorrendo acentuada redução ao longo do dia. A equação linear foi a que melhor se ajustou, mostrando uma diminuição de 3,96% a cada hora do dia. Porém, verificou-se que no período da manhã, os valores de umidade relativa do ar foram superiores a 70% e a partir das 13:00 h, estiveram abaixo de 55% . À medida que ocorria a elevação a temperatura do ar, ocorria redução na umidade do ar.

Souza *et al.* (2010) trabalhando com novilhas mestiças Holandês-Jersey avaliaram o ITGU registrado no sol e na sombra, e observaram que em ambos os ambientes as maiores médias foram verificadas às 13:00 horas.

Diante da elevação da temperatura e redução da umidade relativa do ar, calculou-se os valores de ITGU que foram crescentes ao longo do dia. De acordo com Buffington *et al.* (1981), valores de ITGU até 74 definem conforto, de 74 a 78 é sinal de alerta, de 79 a 84 é sinal de perigo e, acima de 84 é considerado sinal de emergência para bovinos.

Avaliando os valores propostos pelo autor, observou-se que os animais estiveram em situação de perigo até às 9:00h e situação de emergência a partir das 10:00h. Pesquisas que resultaram nesses valores de ITGU foram feitas com animais especializados para a produção de leite, puros, que se comportam diferente dos animais F1 utilizados nesse experimento, principalmente em questões relacionadas à adaptação ao ambiente quente e suas respostas fisiológicas e comportamentais.

4.1.2 Grupamentos Genéticos

Não houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre as variáveis fisiológicas analisadas (Tabela 3).

Os valores dos parâmetros fisiológicos (FR, TR, BC, TSC e TS) e produção de leite apresentaram valores semelhantes entre si, logo, os grupos genéticos também foram semelhantes, e todos os valores se apresentaram dentro da faixa de normalidade para a espécie.

TABELA 3. Médias de Frequência respiratória (FR), Temperatura retal (TR), Batimento cardíaco (BC), Temperatura de superfície corporal (TSC), Taxa de sudação (TS) e Produção de leite (PL) dos diferentes grupos genéticos:

Cruzamento	FR (mov.min.⁻¹)	BC (bat.min.⁻¹)	TSC (°C)
1 - H x G	36,90 ^{NS}	72,74 ^{NS}	35,0 ^{NS}
2 - H x NG	38,42 ^{NS}	74,82 ^{NS}	35,34 ^{NS}
3 - H x GN	39,42 ^{NS}	76,26 ^{NS}	34,59 ^{NS}
4 - H x N	39,70 ^{NS}	71,50 ^{NS}	35,28 ^{NS}
	TR (°C)	TS (g.m².h⁻¹)	PL (L.vaca. dia⁻¹)
1 - H x G	38,30 ^{NS}	1949,01 ^{NS}	5,63 ^{NS}
2 - H x NG	38,34 ^{NS}	1984,28 ^{NS}	5,87 ^{NS}
3 - H x GN	38,40 ^{NS}	1767,82 ^{NS}	5,70 ^{NS}
4 - H x N	38,25 ^{NS}	2203,61 ^{NS}	5,33 ^{NS}

*NS- não significativo.

Robinson (1999) e DuPerez (2000), fixaram valores de 38 a 39,3 °C como temperatura retal normal para animais leiteiros. A frequência respiratória indicativa de início de estresse é de 70 a 75 mov.min.⁻¹ (HAHN e MADER, 1997; PIRES e CAMPOS, 2004). O batimento cardíaco normal de vacas leiteiras varia de 60 a 80 pulsações por minuto (NÄÄS E ARCARO JUNIOR, 2001). Martello (2002) afirmou que a temperatura de superfície corporal de vacas pode variar de 31,6 a 34,7 °C em ambiente climatizado. Pode-se observar que os valores encontrados no experimento (Tabela 3) estão dentro dos valores padrão para parâmetros fisiológicos, indicando que os animais F1, criados no ambiente 1 ou seja, pasto sem sombreamento, não necessitaram utilizar de trocas latentes para realizar a termorregulação.

A base materna não teve efeito sobre a produção de leite ($P < 0,05$). Resultados diferentes aos encontrados neste experimento foram descritos por Durães *et al.* (2001) e Vasconcelos *et al.* (2003), que afirmaram que a composição genética influencia na produção de leite.

Segundo Martello *et al.* (2004), a termorregulação representa esforço extra e, conseqüentemente, alteração na produtividade, apesar de ser o meio natural de controle da temperatura do organismo. A manutenção da homeotermia é prioridade para os animais.

4.1.3 Parâmetros Fisiológicos

Na tabela 4 estão dispostos os valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura Retal, Temperatura de Superfície Corporal e Taxa de Sudação dos animais criados no pasto sem sombreamento, diante da comparação entre os horários de ordenha.

TABELA 4. Valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura Retal, Temperatura de Superfície Corporal e Taxa de Sudação dos animais criados no pasto sem sombreamento

Horário	FR (mov.min. ⁻¹)	BC (bat.min. ⁻¹)	TSC (°C)	TR (°C)	TS (g.m ² .h ⁻¹)
07:00	31,5 A	68,0 A	31,6 A	37,8 A	2022,6 ^{NS}
14:00	45,3 B	79,3 B	38,5 B	38,7 B	1927,5 ^{NS}

* Médias seguidas por letras distintas maiúscula nas colunas diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*NS – não significativo

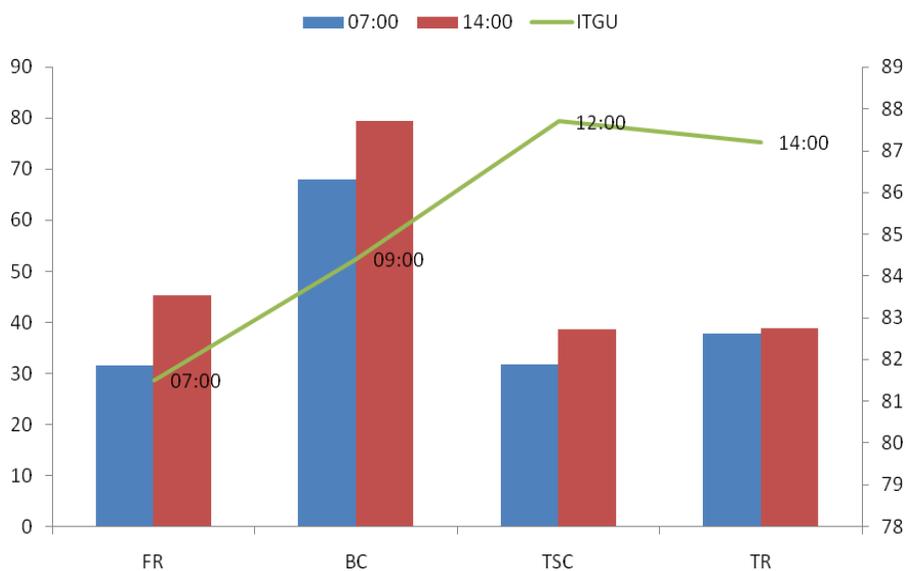


FIGURA 9. Valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura de Superfície Corporal, Temperatura Retal e ITGU dos animais criados no pasto sem sombreamento.

Observa-se na Tabela 4, que houve diferença estatística ($P < 0,05$) na frequência respiratória (FR) dos animais ao se comparar os horários de ordenha, visto que os menores valores foram verificados no período da manhã. O ITGU, utilizado para caracterizar a condição de conforto térmico, foi menor no período da manhã, porém, o valor calculado esteve acima da condição de conforto sugerido por Buffington *et al.* (1981).

O aumento da frequência respiratória é o primeiro sinal visível dos animais quando submetidos ao estresse térmico (CUNNINGHAN, 1999; ROSAROLLA, 2007).

No período da tarde, a frequência respiratória foi maior em virtude do menor tempo de descanso entre as ordenhas e do ITGU elevado, onde foi verificado o valor 87,2. De acordo com Buffington *et al.* (1981), o ITGU calculado acima de 84 indica situação de emergência para a criação de bovinos (Figura9). No entanto, embora a frequência respiratória dos animais tenha apresentado correlação positiva com o ITGU, a mesma foi baixa (0.1995), ou seja, mesmo com o ITGU indicando o ambiente climático como perigoso e de emergência para a criação de vacas F1, este não elevou a FR a valores prejudiciais ou estressantes para os animais.

Martello *et al.* (2004) avaliando as repostas fisiológicas de vacas Holandesas em lactação, durante o verão, no estado de São Paulo, encontrou valores mais elevados de FR do que os encontrados neste experimento, com média de $63,5 \text{ mov. min}^{-1}$. A média de frequência respiratória dos animais do presente experimento não ultrapassou 40,6 movimentos. Entretanto, há de ser considerado, que, como são animais mais especializados para a produção de leite, e menos adaptados ao ambiente quente, as vacas da raça Holandesa tendem a apresentar maiores valores para os parâmetros fisiológicos se comparados aos seus cruzamentos com animais zebuínos.

Em todos os tratamentos os animais não demonstraram sinal de estresse térmico, estando esses valores dentro da normalidade mesmo quando os valores de temperatura e umidade não estavam ideais. Pires e Campos (2008) evidenciaram que com 23 mov.min⁻¹ os animais não sofrem estresse, e em condições termoneutras a frequência respiratória varia de 24 a 36 movimentos por minuto (BACCARI JR. 2001).

Em situações em que a frequência respiratória alcança valores entre 45 a 65 mov.min⁻¹ os animais não enfrentam situação estressante ou a mesma está sob controle (HAHN e MADER, 1997; PIRES e CAMPOS, 2004), dados que corroboram com os encontrados no presente experimento, em que os valores variaram de 31,5 a 48 mov.min⁻¹ e os animais não demonstravam sinal de estresse.

O valor de batimento cardíaco dos animais seguiu o mesmo padrão da frequência respiratória, O período da manhã mostrou-se novamente, mais confortável ($P < 0,05$) para os animais, com média de 68 mov.min⁻¹, proporcionando menor batimento cardíaco quando comparado com o período da tarde, com média de 79,3 mov.min⁻¹ (Tabela 4 e Figura 9).

Souza *et al.* (2007) em trabalho com vacas da raça Sindi em estação quente e seca do ano, encontraram valores de frequência cardíaca (89 e 95 bat.min.⁻¹ pela manhã e a tarde, respectivamente) superiores aos encontrados neste experimento. Os valores médios de ITGU estavam em torno de 87,98 na sombra e 97,64 no sol, também bastante superiores aos valores do presente experimento (Tabela 2). Os autores acima encontraram uma correlação positiva de 0,19856 entre o aumento dos valores de ITGU a elevação dos batimentos cardíacos nos animais. No presente trabalho a correlação entre os valores de BC e ITGU foi de 0,06853

A temperatura de superfície corporal contribui significativamente para a manutenção da temperatura interna do animal, por permitir as trocas de calor

com o ambiente. Essa temperatura é dependente das condições ambientais em que os animais estão expostos (CUNNINGHAM, 1999).

Na Tabela 4 observa-se que os valores de temperatura de superfície corporal dos animais foram maiores ($P < 0,05$) no período da tarde, onde se verificou valores médios de $38,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, enquanto que no período da manhã, a TSC média foi de $31,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. O ITGU mais elevado no período da tarde (Figura 9) contribuiu para o aumento da carga de calor sobre os animais que acabava sendo acumulado sobre sua superfície, e resultou em maior média de temperatura dos animais nesse horário.

A temperatura de superfície corporal teve correlação positiva de $0,32607$ com o ITGU o que justificou esse comportamento.

A temperatura retal é um dos parâmetros que mais se aproxima da temperatura corporal dos animais, e é por vezes usada como índice de adaptação fisiológica ao ambiente quente, pois, segundo Mota (1997), quando essa temperatura se eleva acima dos níveis fisiológicos normais, significa que os mecanismos de liberação de calor não são mais suficientes para o equilíbrio termorregulatório dos animais.

Diante dessas considerações, verifica-se na Tabela 4, que houve diferença significativa ($P < 0,05$) na temperatura retal dos animais entre os horários da manhã e tarde.

A temperatura retal foi menor na primeira ordenha do dia às 07:00h, visto que o clima da manhã é mais ameno como pode-se verificar pelo valor de ITGU (Figura 9).

Corroborando com dados encontrados Rezende *et al.* (2015) que observaram que a temperatura retal média da tarde é, em geral, mais elevada que a da manhã podendo chegar a $0,5$ a $1,5^{\circ}\text{C}$ de elevação. Neste trabalho, tanto os valores da manhã quanto os da tarde não ultrapassaram os valores normais de temperatura retal para bovinos, de $38,0$ a $39,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ROBINSON, 1999;

DUPEREZ, 2000), mesmo quando o ITGU indicou o ambiente climático como perigoso e emergente (Figura 9).

Esse comportamento indica a adaptação dos animais F1 HxZ a ambiente onde o ITGU chega a atingir 87,2.

A temperatura retal teve correlação positiva, porém baixa, com o ITGU de 0,05851, indicando que o ambiente não teve forte efeito sobre a TR .

De acordo com Silva (2000), dois terços da perda de calor por evaporação ocorrem por via cutânea, o que fortalece a importância da sudorese para a termólise nos animais.

O tipo de glândula e o ambiente térmico onde estão os animais são importantes para eficiência da sudorese (SILVA, 1999; GEBREMEDHIN e WU, 2002). Dessa forma, verificou-se que não houve diferença ($P > 0,05$) da taxa de sudação para os animais entre os dois horários de coleta (Tabela 4 e Figura 9).

O experimento foi realizado durante o verão, que na região é caracterizado por dias quentes e úmidos, e pela manhã foram registrados os maiores valores de umidade relativa do ar como se pode observar na Tabela 2.

A termorregulação dos animais F1 foi eficiente no sentido de manter a homeotermia. Dessa forma, os animais F1 quando expostos a ambientes com ITGU variando de 76 a 85,3 não estiveram em situação de desconforto.

Pila (2011), trabalhando com animais da raça Senepol em condições de temperatura e umidade relativa do ar semelhantes às deste experimento e nos mesmos horários de coleta, encontrou valores médios de $1004,87 \text{ g.m}^2.\text{h}^{-1}$ pela manhã e $1379,12 \text{ g.m}^2.\text{h}^{-1}$ no período da tarde, também estatisticamente semelhantes entre si e superiores aos valores encontrados no presente trabalho.

Ferreira *et al.*(2009), encontraram valor médio de $239,42 \text{ g.m}^2.\text{h}^{-1}$ em bovinos ($\frac{1}{2}$ Gir x $\frac{1}{2}$ Holandês), submetidos a condições de termoneutralidade (22°C e 70% de UR) e ao estresse calórico (42°C e 60% UR). Os tratamentos foram realizados nas estações de verão e inverno em câmara bioclimática.

4.2 AMBIENTE 2: PASTO COM SOMBREAMENTO NATURAL

4.2.1 Caracterização do ambiente climático

Os valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar do ar e ITGU no pasto sombreado, ao longo do dia, estão dispostos na Tabela 5 e ilustrados na Figura10.

TABELA 5. Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar e ITGU ao longo do dia no pasto com sombreamento natural

Ambiente climático	HORÁRIOS								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tar (°C)	22,9	23,4	24,6	26,2	27,7	28,4	28,5	29,1	26,7
UR (%)	80,2	81,5	77,3	72,9	66,7	64,7	63,0	60,9	60,5
ITGU	71,3	72,6	73,9	75,5	77,1	77,9	78,6	78,6	78,5
	Equação								R ²
Tar (°C)	$\hat{Y} = 11,59833 + 1,77166x$								0,97
UR (%)	$\hat{Y} = 110,09302 - 3,96108x$								0,97
ITGU	$\hat{Y} = 53,93465 + 4,2595x - 0,15749x^2$								0,98

No pasto sombreado, a temperatura do ar foi crescente ao longo do dia, porém, não ultrapassou a zona de termoneutralidade considerável para bovinos mesmo no período da tarde quando a temperatura geralmente é mais elevada.

A arborização da pastagem contribui para a diminuição da temperatura do ar, em condições tropicais, a temperatura sob a copa das árvores é cerca de 2 a 3°C menor que sob céu aberto, havendo registro de reduções de até 9°C. (MARTIN, 2002).

No pasto com sombreamento natural, a umidade relativa do ar média verificada foi de 69,7%. Os maiores valores foram observados nas primeiras horas, com diminuição gradativa ao longo do dia. A aguada existente na pastagem contribuiu para que a umidade no local ficasse próxima aos valores considerados ideais para bovinos (MÜLLER, 1989).

O ITGU foi menor também na parte da manhã (Figura 10), ao longo do dia os valores foram crescentes, ocasionado pelo aumento gradativo da temperatura do ar e diminuição da umidade relativa do ar. Analisando os valores propostos por Buffington *et al.* (1981), os animais estavam em situação de conforto entre às 7:00 e 9:00h, e a partir das 10:00h os animais ficariam expostos a um ambiente de desconforto térmico, por ser classificado como situação de alerta.

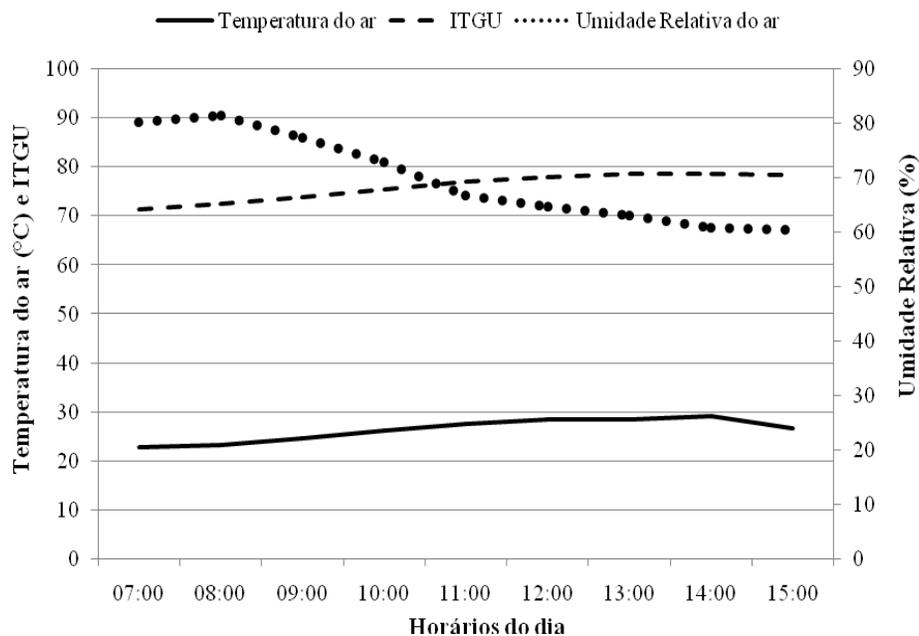


FIGURA 10. Valores médios das variáveis e índice climático ao longo do dia no pasto com sombreamento natural.

Além de ajudar na promoção de um ambiente mais adequado para os animais, as árvores produzem madeira e outros bens florestais (resinas, produtos medicinais), reduzem problemas de alagamento, protegem e conservam os solos, provém sombra e abrigo para outras plantas e animais, conservam e encorajam a biodiversidade, melhoram a beleza cênica (ABEL *et al.*, 1997; FRANKE e FURTADO, 2001).

4.2.2 Grupamentos Genéticos

Não houve diferença ($P < 0,05$) entre as variáveis fisiológicas (FR, TR, BC, TSC e TS) analisadas, bem como para a produção de leite (Tabela 6).

TABELA 6. Médias de Frequência respiratória (FR), Temperatura retal (TR), Batimento cardíaco (BC), Temperatura de superfície corporal (TSC), Taxa de sudorese (TS) e Produção de leite (PL) dos diferentes grupos genéticos (continua)

Cruzamento	FR (mov.min. ⁻¹)	BC (bat.min. ⁻¹)	TSC (°C)
1 - H x G	37,70 ^{NS}	82,90 ^{NS}	35,60 ^{NS}
2 - H x NG	44,21 ^{NS}	77,43 ^{NS}	35,74 ^{NS}
3 - H x GN	42,04 ^{NS}	82,53 ^{NS}	35,32 ^{NS}
4 - H x N	46,76 ^{NS}	77,86 ^{NS}	35,41 ^{NS}

TABELA 6: Médias de Frequência respiratória (FR), Temperatura retal (TR), Batimento cardíaco (BC), Temperatura de superfície corporal (TSC), Taxa de sudação (TS) e Produção de leite (PL) dos diferentes grupos genéticos (conclusão)

Cruzamento	TR (°C)	TS (g.m².h⁻¹)	PL (litros. vaca. dia⁻¹)
1 - H x G	38,52 ^{NS}	1650,56 ^{NS}	5,91 ^{NS}
2 - H x NG	38,48 ^{NS}	2111,56 ^{NS}	5,27 ^{NS}
3 - H x GN	38,59 ^{NS}	1836,38 ^{NS}	5,73 ^{NS}
4 - H x N	38,53 ^{NS}	1818,62 ^{NS}	4,58 ^{NS}

*NS- Não significativo

Os parâmetros fisiológicos demonstraram valores semelhantes entre si, logo, os grupos genéticos também foram semelhantes. Os valores dos parâmetros fisiológicos permaneceram todo o tempo dentro dos limites considerados normais para a espécie bovina (HAHN e MADER, 1997; ROBINSON, 1999 e DU PEREZ 2000; NÃÃS E ARCARO JUNIOR, 2001 MARTELLO, 2002; PIRES e CAMPOS, 2004).

Não foi evidenciada diferença também, na produção de leite entre os grupos genéticos, mostrando que as diferentes bases maternas não influenciaram o nível produtivo dos animais.

4.2.3 Parâmetros Fisiológicos

Na tabela 7 e figura 11 estão dispostos os valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura Retal, Temperatura de

Superfície Corporal e Taxa de Sudação dos animais criados no pasto com sombreamento natural, em função dos horários de ocorrência da ordenha.

TABELA 7. Valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura Retal, Temperatura de Superfície Corporal e Taxa de Sudação dos animais criados no pasto com sombreamento natural

Horário	FR (mov.min. ⁻¹)	BC (bat.min. ⁻¹)	TSC (°C)	TR (°C)	TS (g.m ² .h ⁻¹)
07:00	37,0 A	75,0 A	33,3 A	38,1 A	1915,5 ^{NS}
14:00	45,3 B	85,0 B	37,7 B	38,8 B	1719,6 ^{NS}

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas colunas diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*NS – não significativo

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores de frequência respiratória verificados nos períodos da manhã e tarde. Os maiores valores foram verificados no período da tarde, quando a temperatura do ar foi maior e a umidade relativa do ar mais baixa, ocasionando maiores valores de ITGU.

Alguns sinais de comprometimento do bem-estar são evidenciados por indicadores fisiológicos, tais como alterações nas frequências cardíacas e/ou respiratórias (BROOM e MOLENTO, 2004). No entanto, neste trabalho, os valores de frequência respiratória ficaram dentro dos padrões de normalidade, indicando que os animais não passaram por estresse, mesmo com valores das variáveis climáticas elevados no período da tarde.

Os valores de batimento cardíaco e temperatura de superfície corporal dos animais também foram diferentes ($P < 0,05$) entre os horários da manhã e tarde.

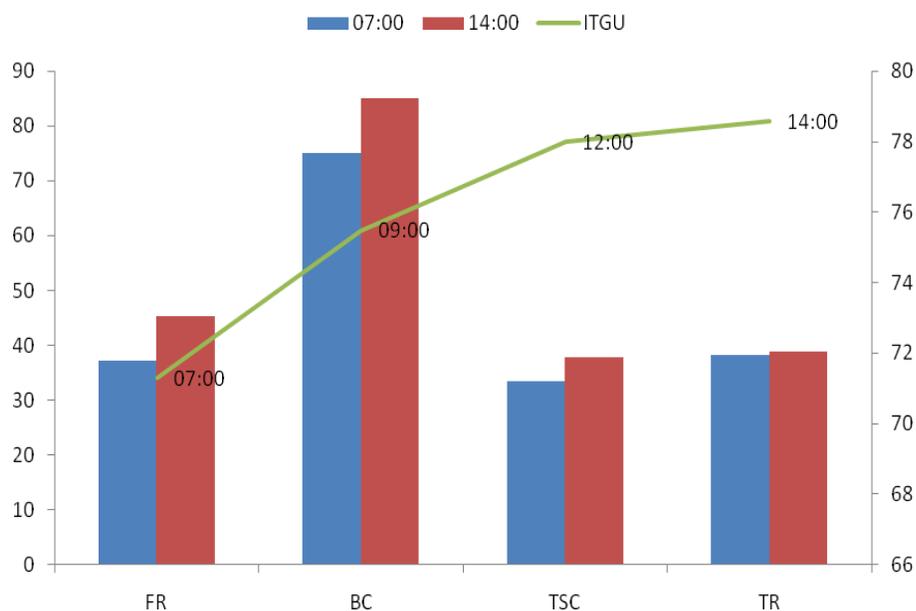


FIGURA 11. Valores médios de Frequência Respiratória, Batimentos Cardíacos, Temperatura de Superfície Corporal, Temperatura Retal e ITGU dos animais criados no pasto com sombreamento natural.

Nããs e Arcaro Jr. (2001), fixam valores de 60 a 80 batimentos por minuto como normais para a espécie bovina. No período da tarde os animais ultrapassaram esse valor, em função do ITGU mais elevado (Figura 11), que leva a um acúmulo de calor no organismo no animal e assim elevação de seus parâmetros fisiológicos.

Os animais acomodados no pasto com sombreamento natural percorriam uma distância de 810 metros até chegarem no curral de manejo, essa distância associada aos altos valores de ITGU no período da tarde contribuíram para o aumento nos valores de batimento cardíaco dos animais. Contudo, a breve

ultrapassagem do valor padrão de batimento cardíaco, não expostos os animais a estresse térmico.

No período da tarde, foram observados nos animais, os maiores valores de temperatura de superfície corporal (Tabela 7 e figura 11). Nos sistemas de criação a pasto e no período da tarde, mesmo com sombreamento, verifica-se que a incidência da radiação solar direta representa a maior fonte de calor recebida pelos animais do ambiente (GLASER, 2008).

Os valores de temperatura retal também mostraram diferença ($P < 0,05$) entre os períodos da manhã e tarde (Tabela 7), e ficaram dentro dos padrões de normalidade para a espécie bovina.

Uma vez que ocorre acréscimo nos valores dessa variável fisiológica, é reflexo de falha ou esgotamento nos mecanismo de perda de calor (ROCHA *et al.*, 2012). Neste trabalho, pode-se observar então que os animais utilizaram os mecanismos de perda de calor de forma eficientemente, os parâmetros fisiológicos não demonstraram alteração acima da normalidade. Essas respostas fisiológicas expressam a adaptabilidade dos F1 em função da heterose dos cruzamentos.

Os valores de taxa de sudação dos animais não mostraram diferença significativa ($P > 0,05$) quando comparados os períodos da manhã e tarde (tabela 7), confirmando que a termorregulação dos animais F1 foi eficiente no propósito de manter a homeotermia. Neste sentido, os animais F1 quando expostos a ambientes com variáveis climáticas por vezes acima dos limites de termoneutralidade, não demonstraram sinal de estresse térmico.

O fornecimento de sombreamento natural nas pastagens vem como uma alternativa simples e com baixo custo, de arrefecimento corpóreo dos animais durante os períodos mais quentes do dia, sendo capaz de diminuir os parâmetros fisiológicos dependentes das alterações climáticas.

4.3 Produção de leite

A Tabela 8 ilustra a média da produção de leite diária dos animais em função dos horários e do ambiente onde estavam alojados.

TABELA 8. Média de produção de leite diária (litros. vaca. dia⁻¹) dos animais criados em pastos sem sombreamento e com sombreamento natural:

Horários de ordenha	Pasto sem sombreamento	Pasto com sombreamento natural
07:00	7,0 A	7,0 A
14:00	4,3 B	3,2 B

* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas colunas diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se comparar a produção de leite entre os períodos (Tabela 8), verificou-se que na primeira ordenha do dia (07:00h) a produção de leite foi maior ($P < 0,05$) quando comparada com a ordenha das 14:00h.

Houve correlação negativa de $-0,28798$ da produção de leite com o ITGU, assim, com o aumento do ITGU a produção de leite diminuiu. O ITGU teve tendência de elevação ao longo do dia, sendo maior no período da tarde, mas não pode ser apontado como causa total da diminuição da produção, uma vez que os animais que são ordenhados mais de uma vez no dia tendem a diminuir a produção na segunda ordenha.

Silva *et al.* (2009), ao avaliarem o comportamento e desempenho produtivo de vacas da raça Pitangueiras com e sem acesso a sombra, no estado de Pernambuco, onde os valores médios de ITGU da tarde iguais a 85, não verificaram diferença estatística na produção de leite das vacas de ambos os tratamentos.

Os autores afirmam que a resistência e adaptação dos animais ao clima quente é o motivo do resultado, considerando que em casos de animais adaptados ao calor e de baixa produção, o efeito do sombreamento sobre a produção láctea é inexistente (SILVA *et al.*, 2002).

Entretanto, outros trabalhos, como os de Roman-Ponce *et al.* (1977), Collier *et al.* (1981) e Damasceno e Targa (1998), mostram resultados contrários, em que foi demonstrada a superioridade da produção de leite de vacas Holandesas com acesso à sombra, chegando a 10,7% a mais, quando comparadas à de vacas expostas a radiação solar direta ou a sombra restrita.

A superioridade genética dos animais F1 H x Z (100% de heterose) utilizados neste experimento, fez com que a produção de leite não fosse alterada pela disponibilidade ou não de sombra, já que os animais são adaptados ao ambiente quente e têm comportamento diferenciado quando se trata dos efeitos do clima sobre o seu bem-estar.

Dessa forma, o conceito de zona de conforto para vacas F1 H x Z necessita de melhor avaliação, visto que os padrões fisiológicos indicativos de estresse diferem dos preconizados para o gado Europeu.

5 CONCLUSÕES

Animais F1 criados em pasto sem sombreamento e com sombreamento natural não sofrem alteração nos padrões fisiológicos indicativos de estresse e não reduzem a produção láctea.

O Índice de temperatura do globo e umidade atingiu valores considerados estressantes, ou seja, valores superiores a 84, porém os ambientes de criação não proporcionaram estresse e redução na produção dos animais. Tal fato sugere que maior número de investigações acerca dos valores críticos desses índices deve ser feito em condições de clima semi-árido, o que permitiria a identificação dos valores que refletissem com maior precisão o estresse térmico dos animais F1.

REFERÊNCIAS

ABEL, N. *et al.* Design principles for farm forestry: a guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms. **Joint Venture Agroforestry Program**, 1997. Disponível em: <<http://www.mtg.unimelb.edu.au/designbook.htm>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

ALMEIDA, C. P. *et al.* **Conforto térmico de bovinos submetidos a diferentes condições de sombreamento na região oeste do Paraná**. Disponível em: <[www.abz.org.br/artigos científicos](http://www.abz.org.br/artigos_cientificos)>. Acesso em: 16 jan. 2016.

AZEVÊDO, D. M. M.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Documentos, 2009. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/new/documentos/bpd_pdf/documento_188.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2015.

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

BACCARI JUNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL Editora, 2001.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2010.

BARBOSA, O. R. *et al.* Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 115-122, 2004.

BARCA JUNIOR, F. A. Avaliação da temperatura retal e frequência respiratória em bovinos leiteiros como ferramenta de seleção para termotolerância. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 8., Maringá.

Anais... Maringá: SBMA, 2010. Disponível em:
<<http://sbmaonline.org.br/anais/viii/trabalhos/pdfs/B556.pdf>>. Acesso em: 2
mar. 2016.

BENNETT, I. L.; FINCH, V. A.; HOLMES, C. R. Time spend in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 13, p. 227-236, 1985.

BIANCHINI, E. *et al.* Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1443-1448, 2006.

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

BUFFINGTON, D. E. *et al.* Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASE**, Michigan, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CAMPOS, A. T. *et al.* Estudo do potencial de redução da temperatura do ar por meio do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na região de Maringá-PR. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1575-1581, 2002.

CARVALHO, F. A. *et al.* Breed effects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 12, p. 3570-3573, 1995.

CARVALHO, M. M. **Sistemas silvipastoris**: consórcio de árvores e pastagens. Viçosa-MG: CPT, 2002.

CERUTTI, W. G. *et al.* Resposta fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em lactação submetidas ou não a sombreamento e aspersão na pré-ordenha. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 406-412, 2013.

COLLIER, R. J. *et al.* Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holstein an Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, p. 844-849, 1981.

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

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**, Viçosa-MG, v. 12, n. 2, p. 12-25, 1998.

DU PREEZ, J. H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **Journal of Veterinary Research**, Indore, v. 67, n. 4, p. 263-271, 2000.

FALCO, J. E. **Bioclimatologia animal**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1997.

FERREIRA, F. *et al.* Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, p. 732-738, 2006.

FERREIRA, F. W. E. *et al.* Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 4, p. 763-768, 2009.

FRANKE, I. L.; FURTADO, S. C. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. Documentos, 74.

FUQUAY, J. W.; FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. **Encyclopedia of dairy science**. 2. ed. Rio de Janeiro: Academic Press, 2011. v. 4.

GEBREMEDHIN, K. G.; WU, B. Simulation of sensible and latent heat losses from wet-skin surface and fur layer **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v. 27, n. 4, p. 291-297, 2002.

GLASER, F. D. **Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. 2008. 117 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

GOMES, S. T. **Mestiçagem das vacas e rentabilidade da produção de leite**. Milkpoint 2007. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/seu-espaco/espaco-aberto/mesticagem-das-vacas-e-rentabilidade-da-producao-de-leite-34408n.aspx>>. Acesso em: 2 mar. 2016.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa pecuária municipal: bovinocultura de leite e corte. jul. 2015. Disponível em: <[http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/bovinocultura_leite_corte_jul_2015\[1\].pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/bovinocultura_leite_corte_jul_2015[1].pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2015.

KADZERIA, C. T. *et al.* Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 59-91, 2002.
KOLB, E. Coração e circulação. In:_____. **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1980. p. 293-294.

LEMONS, A. M.; TEODORO, R. L. **Utilização de raças, cruzamentos e seleção em bovinos leiteiros**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1993. Documentos, 52.

MADALENA, F. E. A vaca econômica. In: ENCONTRO DE PRODUTORES DE F1, 3., Juiz de Fora. **Anais...** EMBRAPA, Juiz de Fora, 2001. p. 9-16.

MARCATTI NETO, A. Desenvolvimento e performance produtiva e reprodutiva de fêmeas F1 Holandês/zebu. In: ENCONTRO DE PRODUTORES DE GADO LEITEIRO F1, 5., 2004, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2004. p. 91-116.

MARIN, F. R.; ASSAD, E. D.; PILAU, F. G. **Clima e ambiente:** introdução à climatologia para as ciências ambientais. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2008.

MARTELLO, L. S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações.** 2002. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

MARTELLO, L. S. *et al.* Respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 1, p. 3-11, 2004.

MARTIN, G. O. Mantenga la sombra en sus potreros y reduzca el estrés animal. **Revista Producción**, 2002. Disponível em: <<http://www.ecampo.com/sections/news/print.php/uuid.582F356F-2996-417A-8D93D1A411F549BD>>. Acesso em: 7 mar. 2016.

MCMANUS, C. *et al.* Características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas e mestiças Holandês × Gir no Planalto Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 37, n. 5, p. 819-823, 2008.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H. **Bioclimatologia animal.** 1997. Disponível em: <http://www.iz.ufrj.br/zootecnia_draa/biblioteca/Fernando/apostila%20I.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

MOTA, L. S. **Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras.** 1997. 69 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1997.

MULLER, C. J.; BOTHA, J. A. Effect of summer climatic conditions on different heat tolerance indicators in primiparous Friesian and Jersey cows. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 23, n. 3-4, p. 98-103, 1993.

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

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

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

NÓBREGA, G. H. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semi-árido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2011.

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

PEREIRA, J. C. C. Respostas endócrinas ao estresse térmico. In: _____. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. p. 33.

PERISSINOTTO, M. *et al.* Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, 2009.

PILA, C. J. **Avaliação da adaptabilidade de novilhas da raça senepol ao calor pela análise de suas respostas fisiológicas e características das glândulas sudoríparas.** 2011. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2011.

PINHEIRO, M.G.; NOGUEIRA, J.R.; LIMA, M.L.P. et al . Efeito do ambiente pré-ordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça Jersey. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, Vila Real, v.12, n.2, p. 37-43, 2005.

PIRES, M. F. A. *et al.* Efeito das estações (inverno e verão) na temperatura retal e frequência respiratória de vacas Holandesas confinadas em free stall. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, n. 6, p. 747-752, 1998.

PIRES, M. F. A. *et al.* 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.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite.** Juiz de Fora: EMBRAPA, 2004. p.1-6. Comunicado técnico, 42. Disponível em: <<http://www.cnpgl.embrapa.br>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

_____. Conforto animal para maior produção de leite. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2008.

REZENDE, S. R. *et al.* Características de termorregulação em vacas leiteiras em ambiente tropical: revisão. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 18-29, 2015.

RIBEIRO, A. R. B. *et al.* Heat tolerance of Nelore, Senepol X Nelore and Angus x Nelore heifers in the southeast region of Brazil. **South African Journal Animal Science**, Champaign, v. 39, p. 263-265, 2009. Supplement.

ROBINSON, E. N. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. cap. 51, p. 427-435.

ROCHA, D. R. *et al.* Índices de tolerância ao calor de vacas leiteiras no período chuvoso e seco no Ceará. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 335-343, 2012.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B. D.; FILHO, J. M. P. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos-PB, v. 6, n. 2, p. 14-22, 2010.

ROMAN-PONCE, H. *et al.* Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, p. 457-471, 1977.

ROSSAROLLA, G. **Comportamento de vacas leiteiras da raça Holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra**. 2007. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

SAMPAIO, C. A. P. *et al.* Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 785-790, 2004.

SANTIAGO, A. A. **Zebu e cruzamentos: produção de carne e leite nos trópicos.** São Paulo: Stravaganza, 1965.

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

SILVA, E. C. L. *et al.* Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Revista Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

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

SILVA, M. V. G. B. *et al.* **Programa de melhoramento genético da raça Girolando: teste de progênie, sumário de touros.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010.

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

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

SOUSA JÚNIOR, C. S. *et al.* Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semi-árida. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v. 10, n. 2, p. 127-137, 2008.

SOUZA, B. B. *et al.* Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos-PB, v. 6, n. 2, p. 59-65, 2010.

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

STARLING, J. M. C. *et al.* Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 5, p. 2070-2077, 2002.

TEIXEIRA, M. C. **Comportamento e desempenho de novilhas Pardo-Suíça e Girolanda em sistema de pastejo rotacionado irrigado no semi-árido nordestino**. 2005. 41 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

TEIXEIRA, N. M. Raças e tipos In: VALENTE, J.; DURÃES, M. C.; MARTINEZ, M. L.; TEIXEIRA, N. M. (Eds.). **Melhoramento genético de bovinos de leite**. Juiz de Fora: Embrapa gado de leite, 2001. p. 71-78.

TEODORO, R. L.; VERNEQUE, R. S.; MARTINEZ, M. L. **Gestão estratégica para o desenvolvimento da pecuária leiteira na região Campo das Vertentes**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. p. 177-188.

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

TITTO, E. A. L. *et al.* Manejo ambiental e instalações para vacas leiteiras em ambiente tropical. In: WORKSHOP DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 2008, Nova Odessa. **Palestras...** Nova Odessa: Centro Apta Bovinos de Leite do Instituto de Zootecnia, 2008. p. 1-24.

VALÉRIO, S. R. **Ambiência, instalações e equipamentos avícolas**. In: LANA, G. R. Q. (Ed.). **Avicultura**. Piracicaba: Livraria e Editora Rural, 2000. p. 126-158.

VASCONCELOS, B. F. *et al.* Efeitos genéticos e ambientais sobre a produção de leite, o intervalo de partos e a duração da lactação em um rebanho leiteiro com animais mestiços no Brasil. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, Seropédica, v. 23, n. 1, p. 39-45, 2003.

VILELA, D. Cruzamento errado pode deteriorar genética. **Noticiário Tortuga**, São Paulo, v. 49, n. 432, jul./ago. 2003.

WHEELLOCK, J. B. *et al.* Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 2, p. 644-655, 20