

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
MESTRADO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**USO DE SOMBREAMENTO SOBRE ÍNDICES TÉRMICOS,
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO DE BEZERRAS
CRUZADAS ½ HOLANDÊS X ½ JERSEY A PASTO**

Luana Souza Barbosa

ANÁPOLIS-GO
JUNHO, 2012

**USO DE SOMBREAMENTO SOBRE ÍNDICES TÉRMICOS,
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO DE BEZERRAS
CRUZADAS ½ HOLANDÊS X ½ JERSEY A PASTO**

LUANA SOUZA BARBOSA

Orientadora: Prof^a. DSc. Roberta Passini

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de
Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ciências
Exatas e Tecnológicas de Anápolis como parte do
programa de Pós-Graduação em Engenharia

Anápolis
Goiás
2012

**USO DE SOMBREAMENTO SOBRE ÍNDICES TÉRMICOS,
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO DE BEZERRAS
CRUZADAS ½ HOLANDÊS X ½ JERSEY A PASTO**

Por

Luana Souza Barbosa

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovada em: ___/___/___

Profª. DSc. Roberta Passini
Universidade Estadual de Goiás
(Orientadora)

Prof. DSc. Marlos Castanheira
Pontifícia Universidade Católica de Goiás
(Avaliador)

Prof. DSc. Elton Fialho dos Reis
Universidade Estadual de Goiás
(Avaliador)

À Deus,

aos meus pais, João Antônio e Dalva,

as minhas irmãs, Ludmila e Juliana,

ao meu esposo, Hedson,

e ao meu filho, João Vitor.

Dedico com muito amor, carinho, respeito, admiração e gratidão.

Pois sem vocês nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu criador, Senhor de toda honra e glória, por ter me mostrado o caminho para lograr meus objetivos.

Aos meus pais, João Antônio e Dalva, pelo auxílio e incentivo, mas acima de tudo pela confiança e carinho.

As minhas irmãs, pelo carinho, palavras de ânimo e coragem.

Ao meu esposo, Hedson, pelo apoio, respeito, paciência e, principalmente, pela ajuda em toda a estruturação e condução do projeto, e ainda pela motivação e confiança em mim depositada.

A minha orientadora Profa. Dra. Roberta Passini, agradeço a oportunidade de realização deste trabalho, pelos ensinamentos transmitidos durante a orientação e pela amizade e compreensão, durante estes anos de convívio.

A kiwi Agropecuária, por disponibilizar os animais e o local para realização deste projeto. Aos funcionários da fazenda que nos ajudaram com o manejo e alimentação das bezerras. Ao Gerard, Lidiane e todo o administrativo da fazenda que nos apoiou, nos informando dados necessários para confecção deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e a todos os professores que o compõem, pelos valiosos ensinamentos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e pelos recursos financeiros da pesquisa, via Procad.

A mestrande Eline Maria Jucá, companheira de projeto, pelo auxílio na condução do experimento.

Aos bolsistas Juvêncio, Rafael e Wanessa, pelo companheirismo, dedicação e grande auxílio na condução das coletas de dado e confecção desse trabalho.

Ao Sr. Valdeir, pela contribuição na confecção do brete de contenção dos animais do experimento.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram para a conclusão deste trabalho, de forma direta ou indireta, o meu muito obrigado. Que Deus os abençoe e esteja sempre ao lado de cada um, proporcionando a todos os sonhos e alegrias desejados.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO	4
2.2 CARACTERÍSTICA CRUZAMENTO MISTIÇOS ½ HOLANDÊS X ½ JERSEY	4
2.3 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE BEZERRAS	5
2.3 BEM ESTAR ANIMAL	6
2.4 ESTRESSE TÉRMICO	7
2.5 ZONA DE CONFORTO TÉRMICO	8
2.6 ELEMENTOS METEOROLÓGICOS	10
2.6.1 Temperatura ambiente – bulbo seco (T _{bs})	10
2.6.2 Umidade relativa do ar (UR)	11
2.6.3 Radiação Solar	12
2.6.4 Velocidade do vento (v)	12
2.7 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO	13
2.8 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS	15
2.8.1 Frequência Respiratória (FR)	16
2.8.2 Temperatura Retal (TR)	17
2.8.3 Temperatura da Superfície Corporal (TSC)	17
2.8.4 Taxa de Sudação (TS)	18
2.9 SOMBRA	19
2.9.1 Efeito da sombra nas respostas fisiológicas	19
2.9.2 Sombreamento	21
2.9.3 Sombreamento artificial	23
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO 2 – ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA BEZERRAS LEITEIRAS A PASTO COM SOMBREAMENTO ARTIFICIAL	34

1INTRODUÇÃO.....	35
2MATERIAL E MÉTODOS	37
3RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4CONCLUSÕES	48
5REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

CAPITULO 3 – VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO DE BEZERRAS LEITEIRAS CRUZADAS ½ HOLANDÊS X ½ JERSEY COM SOMBREAMENTO A PASTO52

1INTRODUÇÃO53	
2MATERIAL E MÉTODOS55	
3RESULTADOS E DISCUSSÃO64	
4CONCLUSÕES71	
5REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS72	
CONSIDERAÇÕES FINAIS76	

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Quantificação do grau de estresse térmico, em relação aos valores de ITU segundo o National Weather Service (1976), Du Prezz (1990) e Hahn (1985), caracterizando equilíbrio, cautela, perigo e emergência.....14

TABELA 2 - Médias dos valores de temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (Tgn) e velocidade do vento (v), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR) para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas41

TABELA 3 - Valores médios de Temperatura de Bulbo Seco, Temperatura de Globo Negro, Índice de Temperatura e Umidade, Índice de Temperatura de Globo e Umidade e Carga Térmica Radiante, para os tratamentos, nos diferentes horários do dia44

TABELA 4 - Composições bromatológica da pastagem de Tifton 85, consorciada com aveia preta, com base na matéria seca (MS), dos piquetes experimentais57

TABELA 5 - Percentual dos ingredientes e composição bromatológica da dieta e do suplemento concentrado, como porcentagem da matéria seca (MS)58

TABELA 6 - Médias dos valores de temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa (UR) e velocidade do vento (v), para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas64

TABELA 7 - Médias de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura de superfície corporal (TSC) e taxa de sudção (TS), para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas65

TABELA 8 - Médias da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura de superfície corporal (TSC), nos períodos da manhã e da tarde, para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas67

TABELA 9 – Médias dos pesos inicial (PI) e final (PF) e ganho médio diário (GMD) nos tratamentos com sombrite e controle, com respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas69

Tabela 10 - Médias dos valores do consumo de volumoso (CV) e ingestão de matéria seca total (IMST), para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidade estatística70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Representação esquemática simplificada da zona de conforto térmico e suas delimitações. Adaptado de Curtis (1983)	09
FIGURA 2 – Vista geral dos animais utilizados na pesquisa.....	38
FIGURA 3 – Estrutura do sombrite móvel utilizado no experimento.....	38
FIGURA 4 – Pesagem dos animais em balança eletrônica	59
FIGURA 5 – Coleta da temperatura de superficial com termômetro de infravermelho	60
FIGURA 6 - Discos de papel, tratados com solução de cloreto de cobalto hexa hidratado, montados sobre lâmina de microscopia e fixados com fita adesiva transparente: a) rosa claro= após o uso; b) azul violácea=antes do uso	61
FIGURA 7 – Aplicação dos discos de papel sob a pele depilada do animal	61
FIGURA 8 – Brete móvel utilizado para coleta das variáveis fisiológicas	62
FIGURA 9 – Ganhos de peso vivo no período experimental, nos diferentes tratamentos	69

RESUMO

Em regiões de clima quente, a produção bovina, sob condições de pasto pode ser melhorada com o uso de sombra artificial para minimizar o estresse por calor. O objetivo desde trabalho foi avaliar a influência do sombreamento artificial sobre os índices de conforto térmico, variáveis fisiológicas e desempenho de bezerras leiteiras criadas a pasto. O experimento foi conduzido na Kiwi Agropecuária no município de Silvânia-GO. Foram utilizadas 16 bezerras leiteiras mestiças $\frac{1}{2}$ Holandês x $\frac{1}{2}$ Jersey, com peso médio de $93,2 \pm 2,0$ kg de peso vivo. Os dados foram coletados durante 115 dias, nos meses de junho a setembro de 2011. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, sendo Piquete Controle – ausência de sombreamento, Piquete Sombrite – com sombreamento artificial, de malha de polipropileno, com 80% de proteção, com oito repetições por tratamento. Foram mensurados como variáveis fisiológicas a frequência respiratória, temperatura de superfície corporal e temperatura retal, realizadas as 9h e as 14h, e a taxa de sudção, às 14h. Os animais foram pesados a cada 14 dias para avaliação do desempenho. O ambiente foi monitorado quanto às temperaturas do ar, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura de globo negro, exposto ao sol e a sombra, realizando as coletas a cada duas horas, das 8h às 18h. Foram calculados, o índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR). Foi observada diferença significativa para as variáveis fisiológicas ($P < 0,01$), sendo observados maiores valores de temperatura retal ($34 \times 39^\circ\text{C}$), frequência respiratória (70×77 mov.min) e temperatura de superfície corporal ($34,1 \times 39,7^\circ\text{C}$) nos animais mantidos no piquete ao sol, em comparação aqueles com acesso a sombra. Não houve diferença ($P > 0,01$) para os valores médios da taxa de sudção. O ganho de peso não foi significativo, sendo encontrados valores de $0,705$ kg/PV (sombrite) e $0,658$ kg/PV (sol). Houve diferença significativa entre os tratamentos para temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro, ITU, ITGU e CTR ($P < 0,01$), sendo observados menores valores no ambiente sombreado. Pode-se concluir que, o uso do sombreamento artificial a pasto promoveu melhorias nos índices de conforto e favoreceu a fisiologia de termorregulação, não afetando o desempenho dos animais.

Palavras chave: sombra, pastagem, sombrite e ganho de peso.

ABSTRACT

Extensive bovine production in hot climate regions can be improved with the use of artificial shades in order to mitigate heat related stress. The objective of this work was to evaluate the influence of artificial shading on thermal comfort indexes, physiological variables and performance of dairy heifers raised in pastures. The experiment took place at the Kiwi Agropecuária in Silvânia-GO. Sixteen ½ Holstein x ½ Jersey dairy heifers with an average live weight of 93, 2 ±2,0 kg were used. Data were collected over a period of 115 days, during the months of June through September, 2011. It was used the randomized design, with two treatments and eight repetitions per treatment, where one was the Control Pasture – absence of shading, and the other was the Artificial Shading Pasture – artificial shading with polipropilene mesh providing 80% of shade/protection from direct sun light. Physiological variables measured included respiratory frequency, surface skin temperature and rectal temperature (at 09:00h and at 14:00h), and transpiration rate (at 14:00h). Animals were weighted every 14 days for performance evaluation. The environmental conditions were monitored by recording the air temperature, relative humidity, wind velocity and black globe temperature, exposed to direct sun light and in the shade. Values were recorded every two hours from 08:00h to 18:00h. The calculation of the temperature and humidity index (THI), the globe temperature and humidity index (GTHI), and the radiant thermal charge (RTC). It were observed statistical differences for the physiological variables ($P<0,01$). The higher values of rectal temperature ($34 \times 39^{\circ}\text{C}$), respiratory frequency ($70 \times 77 \text{ mov.min.}$) and skin surface temperature ($34,1 \times 39,7^{\circ}\text{C}$) were observed in the animals in pastures with absence of shading (Control Pasture) and exposed to direct sun light when compared to the animals with access to artificial shading (Artificial Shading Pasture). No differences ($P>0,01$) were observed for average transpiration rate values. Weight gain was not different, with values of 0,705 kg/LW (Artificial Shading Pasture), and of 0,658 kg/LW (Control Pasture). Treatments were statistically different as far as dry bulb temperature, black globe temperature, THI, GTHI and RTC ($P<0,01$), with the lower values being observed in the shading environment. It can be concluded that the use of artificial shading in pastures promoted an improvement in comfort indexes and favored thermal regulation physiology without affecting the heifers' performance.

Key Words: shade, pasture, artificial shading, weight gain.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o sexto maior produtor de leite do mundo, porém apresenta-se em 106ª posição em relação à produtividade por vaca. Apesar das dificuldades enfrentadas pelo produtor, nas duas últimas décadas, a produção de leite tem crescido a taxas significativas e com os resultados obtidos, espera-se que o país possa atingir a escala dos 30 bilhões de litros/ano (HEIDER, 2010).

A produção do país esta se tornando mais especializada, nas áreas de genética, sanidade, nutrição e reprodução, buscando por animais mais produtivos. Porém esses animais se tornaram mais exigentes, com altas taxas metabólicas, alta produção de calor endógeno e conseqüentemente, menos resistentes as condições climáticas e mais sensíveis aos agentes estressores, como temperatura ambiente, radiação solar direta e outras variáveis que compõem o ambiente de produção.

De acordo com levantamento do MILKPOINT (2011), entre os cem maiores produtores brasileiros de leite, 17% produzem leite a pasto, 33% adotam o semi-confinamento e 50% adotam confinamento total, com uma produção média de 20,5, 22,1 e 28,3 kg.leite.vaca.dia⁻¹, respectivamente.

Cerca de dois terços do território brasileiro está situado na região tropical, onde há predominância de temperaturas elevadas, conseqüentes da alta incidência de radiação solar. Aproximadamente 64% do rebanho bovino mundial são criados em regiões tropicais (AZEVEDO et al., 2005). A temperatura média do ar situa-se acima dos 20°C, sendo que a máxima apresenta-se acima dos 30°C em grande parte do ano, atingindo valores entre 35 e 38°C (BACCARI JR., 2001).

O ambiente térmico de regiões tropicais é um dos fatores de restrição para o desempenho animal, pois acarreta diminuição na produção leiteira devido à redução na ingestão de alimentos (SILVA, 2000). Além da temperatura ambiente, a umidade relativa do ar elevada compromete a capacidade da vaca de dissipar calor para o ambiente influenciando diretamente na diminuição da produção (DAHL, 2010).

Os animais reagem ao estresse térmico com mudanças fisiológicas e comportamentais. Como modificação comportamental, as vacas em lactação diminuem o pastejo e a ambulação, pastando à noite e buscando sombra e imersão em água durante o dia (SILVA et al, 2009). As respostas fisiológicas compreendem o aumento da frequência

respiratória, redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água (FERREIRA et al., 2006).

A adequada manutenção do ambiente térmico traz benefícios à produção animal, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização dos alimentos. Dentre os métodos usados para promover melhorias no ambiente, pode-se citar o sombreamento nas pastagens e a oferta adequada de água (MARQUES et al., 2007).

Sendo assim o controle ambiental torna-se necessário quando se observam nos animais sinais de estresse causados pelos efeitos climáticos. O sombreamento nas pastagens pode reduzir a carga térmica radiante em 30% ou mais, favorecendo a perda de calor e a regulação da temperatura corporal (SILANIKOVE, 2000). Desta forma, em ambientes quentes, com alta incidência de radiação solar, deve-se proporcionar sombra aos animais, reduzindo o aquecimento corporal e facilitando a termorregulação (PARANHOS DA COSTA e CROMBERG, 1997).

O sombreamento para vacas leiteiras visa proporcionar redução do estresse térmico para melhorar a condição de sobrevivência. A criação de bezerras e novilhas, na maior parte das fazendas leiteiras, dá-se utilizando pastagens, mesmo quando as vacas em produção são confinadas. Nessas condições, o fornecimento de sombra garante a redução da carga térmica, proporcionando um ambiente mais fresco durante as horas mais quentes do dia (CONCEIÇÃO, 2008).

Há vários trabalhos que mostram queda de produção, alterações na composição e qualidade do leite, porém, estudos são insipientes sobre os prejuízos do estresse térmico em bovinos leiteiros em fase de crescimento, e ainda com a utilização do sombrite como forma de sombreamento artificial para bezerras criadas a pasto.

Sendo assim, com o presente estudo, objetivou-se avaliar o uso do sombreamento artificial sobre os índices de conforto térmicos, alterações fisiológicas, taxa de sudorese e ganho de peso, de bezerras leiteiras cruzadas $\frac{1}{2}$ Holandês x $\frac{1}{2}$ Jersey, em sistema de produção a pasto.

CAPITULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO

A competitividade, a qualidade, a eficácia, o crescimento e a sustentabilidade são atributos correlacionados e devem ser o objetivo primordial da atividade leiteira. Para atingir esses objetivos, algumas estratégias básicas têm-se destacado e, entre elas, a produção de leite a pasto é uma das principais ferramentas para reduzir custos e aumentar a produtividade e eficácia do sistema, além de satisfazer às exigências do mercado, que procura qualidade de produto e sustentabilidade ambiental (FERRO et al., 2010).

Nos últimos 30 anos, os modelos de produção de leite desenvolvidos no Brasil, caracterizaram-se como sistemas intensivos de alta produtividade. Contudo, apesar do aumento de produção, esta intensificação gerou, em curto prazo, diversos problemas que inviabilizaram técnica e economicamente os sistemas de produção (MAGALHÃES et al., 2007).

Com a economia globalizada, a eficiência econômica assumiu um papel fundamental no direcionamento da atividade leiteira. Para se adequar a esta nova realidade, o setor leiteiro brasileiro está passando por transformações, buscando novas tecnologias, para o aumento da eficiência produtiva (HEIDER, 2010). Uma alternativa racional para melhoria na competitividade e sustentabilidade da produção de leite no Brasil é a mudança do sistema estabulado do gado puro ou de elevado grau sanguíneo da raça holandesa, para o sistema de produção intensiva em pastagens de alto valor nutritivo e alta produtividade (VILELA et al., 2002).

Esses sistemas de produção de leite são mais competitivos, considerando-se os baixos investimentos em instalações e equipamentos, quando comparados com os sistemas de confinamento e, geralmente, têm menores custos de mão-de-obra e alimentação (PEREIRA, 2005).

Segundo Holmes (1996), a pastagem é a fonte de nutriente com menos custo, principalmente em países em desenvolvimento; e a produção de leite a pasto é o sistema mais econômico. Além do aspecto econômico, a utilização mais racional das pastagens auxilia na preservação dos recursos renováveis e permite a produção de leite sob condições mais sustentáveis.

Em explorações bem manejadas, com forrageiras de alto valor nutritivo e produtivo, o retorno por vaca em lactação supera em 30% em comparação com o sistema de alimentação no cocho (VILELA et al., 2002).

2.2 CARACTERÍSTICA CRUZAMENTO MISTIÇOS ½ HOLANDÊS X ½ JERSEY

A produção de leite nas regiões de clima temperado e subtropical tem sido baseada principalmente em raças leiteiras especializadas, com predominância das raças Holandesa, Gir e Jersey (TEODORO et al, 2001). Entretanto, o processo de cruzamento entre raças leiteiras especializadas, Holandês e Jersey teve como principal ponto de partida a Nova Zelândia, onde produtores começaram há vários anos, cruzar animais destas raças para aumentar o incremento na lucratividade, com a utilização de sistemas de cruzamentos entre raças especializadas, em sistemas de produção baseados principalmente em pastagem (LOPEZ-VILLALOBOS et al., 2000).

O cruzamento entre raças oferece como vantagem potencial o melhoramento genético entre raças e vigor híbrido, onde a maior parte dos cruzamentos entre raças leiteiras especializadas têm como base o Holandês, superior em produção de leite, e Jersey, conhecido pela alta concentração de sólidos no leite, rápida maturidade, maior fertilidade e rusticidade a condições climáticas e endoparasitos (FREYER et al., 2008).

Do acasalamento do Holandês com Jersey, obtemos um animal mestiço F1 ½ Holandês X ½ Jersey, um híbrido, com pelagem e pele mais escura, cascos mais fortes e mais adaptados a condições de clima e topografia das regiões de clima subtropical (PRENDIVILLE et al., 2010). Quando se faz esse tipo de cruzamento, o objetivo principal é aproveitar a heterose, diminuir o tamanho e peso das vacas, melhorarem a qualidade do leite pelo aumento no teor de sólidos, além da melhor fertilidade, longevidade e facilidade de parto, redução dos problemas de consanguinidade e maior resistências as condições ambientais adversas (CASSELL e MCALLISTER, 2008).

Os animais mestiços ½ Holandês X ½ Jersey são menores do que os mestiços de Holandês com Zebu, o que permite colocar mais animais na mesma área e aumentar a produção de leite por área (MARTINEZ, et. al., 2003). Nesse tipo de cruzamento, os machos não têm valor como animal para corte e deverão ser descartados logo após o nascimento, criando e recriando apenas as bezerras (MIRANDA, et al, 2009).

Na Nova Zelândia, em sistema com alimentação baseada em pastagem e parição sazonal e utilizando cruzamento entre raças especializadas, Lopez-Villalobos et al. (2000), observaram que a produção de leite, gordura e proteína/vaca/ano e de leite/ha/ano das vacas mestiças Holandês X Jersey, superavam levemente os valores intermediários das raças originárias, como resultado de heterose.

Em um estudo realizados em Joaçaba-SC por Thaler Neto et al., 2010 observando a produção de vaca ½ Holandês x ½ Jersey com produção equivalente a 94% das puras Holandês (8966 X 9509 kg em 305 dias de lactação). Diferença um pouco menor para produção de leite foi observada por Prendville (2010) em vacas à pasto na Irlanda (17,1 X 18,0 kg/dia), correspondendo a 95% da produção das puras Holandês.

As condições mais adequadas para os bovinos de origem européia correspondem à temperatura média mensal inferior a 20 °C em todos os meses do ano e umidade relativa do ar variando entre 50% e 80%. A temperatura crítica, ou seja, a temperatura acima da qual cai o consumo de alimentos e a produção de leite está entre 24 °C e 26 °C para a raça Holandesa e entre 27 °C e 29 °C para a raça Jersey (MIRANDA, et al, 2009).

Segundo Weidmann, et al., 1997, em estudos realizados na Argentina, com animais oriundos do cruzamento de ½ Holandês X ½ Jersey, em dias quentes, estes apresentaram temperatura retal e ritmo respiratório significativamente mais baixos, indicando sua maior adaptação ao ambiente da região.

2.3 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE BEZERRAS

A renovação dos rebanhos de pecuária leiteira, depende diretamente da sustentabilidade no sistema de criação de bezerras. O alcance de índices apropriados de produção da criação depende de fatores genéticos, alimentares, manejo sanitário e instalações adequadas (FIORELLI et al.; 2012).

Pode-se definir crescimento corporal como a variação dos parâmetros que avaliam o esqueleto e o desenvolvimento somático, como a variação do ganho de peso. O crescimento corporal é regulado por fatores extrínsecos ou ambientais e por fatores intrínsecos ou orgânicos (OLIVEIRA e NOGUEIRA, 2006).

Segundo Holmes e Wilson (1990), durante a fase de aleitamento, as bezerras devem crescer a um ritmo de 400 a 500 g.dia durante os dois primeiros meses de vida, sendo que,

após a desmama, esses ganhos devem ser de aproximadamente 0,750 g.dia, de acordo com Lucci (1989). Como durante os três primeiros meses de vida e no final da gestação os ganhos são menores, durante a fase pré-púbere, os ganhos devem ser de aproximadamente 900 g.dia (VAL et al., 2004).

Estudos mostraram que altas taxas de ganho de peso antes do início da puberdade estão associadas com redução do desenvolvimento da glândula mamária, no que diz respeito ao tecido parenquimal, com consequente redução na produção de leite. Segundo Campos e Lizieire (2000), o nível de alimentação, resultando em ganhos superiores a 700g a 900g por dia, pode ter efeito negativo na glândula mamária.

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

2.4 BEM ESTAR ANIMAL

O bem-estar animal é o estado de equilíbrio entre o animal e seu ambiente, caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas e de alta qualidade de vida para o animal. Se o organismo tem dificuldade de se adaptar ao ambiente, isso é uma indicação de comprometimento do bem-estar animal (ROSSALOLLA, 2007).

Existem muitos indicadores de bem-estar, que variam de acordo com a espécie estudada. Ao tentar definir o que é um ambiente provedor do bem-estar para um animal, Appleby e Hughes (1997), afirmam que um ambiente é apropriado quando permite ao animal satisfazer suas necessidades, incluindo recursos próprios e ações cuja função é atingir um objetivo.

Os estudos dos parâmetros fisiológicos, do estado mental e do comportamento são usados como indicativo do grau do bem-estar (BROOM e MOLENTO, 2004). Algumas medidas fisiológicas podem ser indicativas de bem-estar precário, como o aumento da

frequência cardíaca e respiratória, atividade adrenal e resposta imunológica reduzida (BROOM e ZANELLA, 2004).

As preocupações sobre conforto ambiental e bem-estar animal, são cada vez maiores no âmbito público e os sistemas de produção animal, estão procurando atender a essas exigências. Nesse sentido, os sistemas de produção devem propiciar condições adequadas de criação, visando a aperfeiçoar a produção e a atender às demandas de mercado. No sistema extensivo de criação de bovinos, o sombreamento artificial é um recurso que contribui para o provimento do bem-estar animal (NAVARINI et al., 2009).

2.5 ESTRESSE TÉRMICO

Em climas tropicais e subtropicais, os altos valores de temperatura e umidade do ar têm se mostrado limitantes tanto ao desenvolvimento, quanto à produção e à reprodução, principalmente de animais com altos níveis de produção. Nos trópicos, o maior problema de desconforto é a eliminação do calor corporal para o ambiente (CAMPOS et al., 2004).

O estresse calórico é definido por Silva (2000), como a força exercida pelos componentes do ambiente térmico sobre um organismo, causando nele uma reação fisiológica, proporcional à intensidade da força aplicada e à capacidade do organismo em compensar os desvios causados por essa força. O animal e seu ambiente formam um sistema, no qual ambos atuam e reagem entre si.

O desempenho dos bovinos criados em ambiente tropical, quase sempre é prejudicado, devido ao estresse calórico. O elevado potencial de produção desses animais, acarreta a busca de métodos de avaliação da capacidade de se ajustarem às condições ambientais predominantes em regiões de clima quente (TITTO et al., 1998).

Quando expostos a um ambiente térmico, no qual a produção excede a eliminação de calor, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimentos e o metabolismo basale energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudação aumentam. Essas funções indicam tentativas do animal de minimizar o desequilíbrio térmico para manter a homeotermia (SILVA et al., 2005).

Fatores como disponibilidade de água, sombreamento, temperatura corporal e comportamentos em condições de temperaturas diferentes, que afetam diretamente as trocas térmicas de calor sensível (condução, convecção cutânea e radiação) e as perdas de calor

latente (evaporação cutânea) para o ambiente, podem levar o animal ao estresse térmico. Esse estresse ocorre quando o equilíbrio térmico entre o animal e o ambiente não é alcançado, ocasionando graves problemas no desempenho animal (NAVARINI et al., 2009).

A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade. Assim, a correta identificação dos fatores que influenciam na vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente, permite ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, possibilitando oferecer sustentabilidade e viabilidade econômica. Dessa forma, o conhecimento das variáveis climáticas, sua interação com os animais e as respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade (NEIVA et al., 2004).

2.6 ZONA DE CONFORTO TÉRMICO

Os bovinos são animais capazes de manter a estabilidade fisiológica de seu corpo. Esta capacidade refere-se aos mecanismos de termorregulação e controle dos estados químicos e funcionais internos do organismo frente às flutuações do ambiente externo (MCFARLAND, 1999). Esse equilíbrio dinâmico é denominado de homeostase, sendo esta uma importante função para que a espécie possa viver em condições ambientais variadas (SILVA, 2000).

A termorregulação refere-se especificamente à capacidade do animal de manter a temperatura corporal estável. A habilidade de regular a temperatura interna é uma adaptação evolutiva que permite aos animais homeotermos minimizar problemas provenientes da variação de temperatura ambiente (SILANIKOVE, 2000).

A zona de conforto térmico pode ser definida, como o intervalo de temperatura em que não há o mínimo esforço dos sistemas termorreguladores para manter homeotermia, a produção de calor é mínima e a termoneutralidade é mantida por uma pequena perda de calor para o ambiente, sem que estejam atuando mecanismos de conservação ou dissipação de calor (PEREIRA, 2005).

Para NÃÃS (1989), zona de conforto ou zona termoneutralidade é aquela delimitada pelas máximas e mínimas temperaturas ótimas para a produção. Dentro da zona de conforto

ou de termoneutralidade, o animal mantém uma variação normal da temperatura corporal e de frequência respiratória, o apetite é normal, e a produção é ótima (BACCARI et al. 1997).

Na Figura 1, observa-se que a Zona de Conforto Térmico é delimitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos B e B'; a Zona de homeotermia, pelas temperaturas dos pontos C e C'; e a Zona de sobrevivência, pelas temperaturas dos pontos D e D'.



FIGURA 1 – Representação esquemática simplificada da zona de conforto térmico e suas delimitações. Adaptado de Curtis (1983).

Nas temperaturas situadas na faixa delimitada pelos pontos A e D, o animal apresenta estresse por frio e nas de A' a D', por calor. A temperatura efetiva ambiental do ponto B é a Temperatura Crítica Inferior (TCI) abaixo da qual o animal aciona seus mecanismos termorregulatórios para incrementar a produção e a retenção de calor corporal. Nessa faixa, a capacidade do animal de aumentar a taxa metabólica torna-se relevante para a manutenção do equilíbrio homeotérmico. Para temperaturas efetivas ambientais abaixo daquela definida no ponto C, o animal não consegue mais balancear a sua perda de calor para o ambiente e a temperatura corporal começa a declinar rapidamente, acelerando o processo de resfriamento.

Se o processo continua por muito tempo ou se nenhuma providência é tomada, o nível letal D é atingido, e o animal morre por hipotermia.

A temperatura efetiva ambiental do ponto B' é denominada Temperatura Crítica Superior (TCS), acima da qual o animal aciona seus mecanismos termorregulatórios para auxiliar a dissipação do calor corporal para o ambiente, uma vez que, nessa faixa, a taxa de produção de calor metabólico normalmente aumenta, podendo ocorrer aumento da temperatura corporal. Nessa faixa, entram em ação mecanismos de defesa física contra o calor, como a ofegação. Quando a temperatura ambiental atinge o ponto C', por mais que esses mecanismos funcionem, não conseguem obter o resfriamento necessário para a manutenção do equilíbrio homeotérmico e a temperatura corporal aumenta cada vez mais. Na temperatura ambiental do ponto D', o animal morre por hipertermia. Na zona de hipertermia, os mecanismos de controle da temperatura não são capazes de providenciar suficiente resfriamento para manter a temperatura corporal em seu nível normal.

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

Para novilhas leiteiras, Nääs (1998) apresenta como faixa de conforto temperaturas entre 10°C e 26°C, com umidade relativa do ar entre 50 e 75%.

Segundo Pires et al, 2006, animais da raça Jersey passam a sofrer estresse calórico quando a temperatura ambiente atinge 27°C e o gado holandês a partir de 21°C.

2.7 ELEMENTOS METEOROLÓGICOS

O clima representa um conjunto de fenômenos meteorológicos (temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento), que atuam conjuntamente com outros fatores, sobre o comportamento animal exercendo efeito sobre o bem-estar e a produtividade (PEREIRA, 2005).

O clima influencia a pecuária de forma indireta pela sazonalidade condicionando a quantidade e a qualidade da forragem disponível aos animais (YOKOYAMA, et al., 1999). Também indiretamente, o clima influencia a sanidade animal criando as condições ambientais favoráveis ao aumento da população dos parasitos. (FERREIRA et al., 2004).

De forma direta, o clima atua sobre o animal, que busca constantemente se adaptar as condições ambientais na busca do bem-estar. Os bovinos em clima tropical, principalmente os que são criados em regime de pastos, estão expostos ao sol e a outras intempéries por várias horas ao dia e tornam-se susceptíveis a um estado permanente de estresse, resultando em alterações fisiológicas que comprometem seu desempenho produtivo (DEITENBACH et al., 2008).

2.7.1 Temperatura do ar ou Temperatura de bulbo seco (Tbs)

A temperatura do ar é considerada o fator climático com maior influência, sobre o ambiente físico do animal, podendo ser considerada a principal variável do conforto térmico (NEIVA et al., 2004).

A medida da temperatura informa o estado térmico no qual se encontra o corpo. Considera-se o calor como um tipo de energia que transita de um corpo de temperatura maior para outro de temperatura menor (FERRO et al., 2010).

Os bovinos são animais homeotermos, isto é, possuem funções fisiológicas capazes de manter a temperatura corporal em constância, independentemente da variação da temperatura ambiente (em limites apreciáveis). Em bovinos, os limites ideais de temperatura corporal para produtividade e sobrevivência devem ser mantidos entre 38°C e 39°C (PIRES et al., 1999; RODRIGUES, et al., 2010).

O controle da temperatura corporal de um animal se dá pelo equilíbrio do calor produzido pelo metabolismo e do ganho proveniente do ambiente, com o perdido para o mesmo ambiente, sendo menor em temperaturas elevadas do que em temperaturas mais baixas (PEREIRA, 2005).

Para dissipar ou reter calor o animal utiliza-se de mecanismos fisiológicos e comportamentais, os quais contribuem para a manutenção da homeotermia. Dentre os mecanismos de dissipação de calor, podemos citar: o aumento de taxa respiratória, aumento dos batimentos cardíacos, sudorese, aumento na ingestão de água, diminuição na ingestão de alimentos, procura por lâminas de água, entre outros (FERREIRA et al., 2006).

2.7.2 Umidade relativa do ar (UR)

A umidade relativa (UR) é o índice que indica o quanto o ar está próximo da saturação em vapor de água (YOUSEF, 1985).

Partindo desse princípio, acrescentando ou excluindo vapor de água a uma temperatura constante haverá mudança na umidade relativa do ar. Por outro lado, se a quantidade de vapor de água permanecer constante, um decréscimo de temperatura ocasionará em aumento da UR, enquanto que um acréscimo acarretará em diminuição desta UR. A variação da UR se dá por três causas: variação da temperatura durante o dia; o movimento horizontal da massa de ar (vento) e o movimento vertical da massa de ar (FERRO et al., 2010).

A umidade atmosférica é uma variável que influencia marcadamente o balanço calórico em ambientes quentes, em que a perda de calor por evaporação é essencial para a manutenção da homeotermia, refletindo na sudorese do animal (SILVA, 2000).

Maior pressão de vapor, devida à alta umidade do ar, conduz à menor evaporação da água contida no animal para o meio, tornando o resfriamento da superfície corporal mais lento, aumentando o estresse por calor. Menor pressão de vapor, por sua vez, proporciona resfriamento dessa superfície mais rapidamente, em decorrência da maior taxa de evaporação da água através da pele e do aparelho respiratório, acarretando irritações e desidratação do animal. Estas duas situações são encontradas em climas quentes e úmidos, e quentes e secos, respectivamente (NEIVA et al., 2004).

De acordo com Muller (1989), a faixa de umidade relativa que resulta em maior desempenho animal, ocorre entre 50 e 70%. Já para Pires (2003), a máxima produtividade de animais europeus, para as condições climáticas brasileiras, é obtida na faixa de 50 a 80%.

2.7.3 Radiação Solar

Da energia solar incidente sobre o planeta, 30% é refletida pelas nuvens, 33% absorvida ou dispersa na atmosfera, 6% refletida pelas superfícies, restando 31% para ser absorvida pelas superfícies (FERRO et al., 2010). Desta forma, animais em campo aberto estão sujeitos a diferentes tipos de radiação (SILVA, 2000).

Animais expostos ao ar livre têm na radiação solar o principal responsável pelo acréscimo do calor corporal interno, e que durante o dia, quase todo o calor absorvido provem da radiação solar, direta ou indireta, constituindo um dos principais causadores de estresse térmico (BAÊTA e SOUZA, 1997).

A proteção proporcionada pela sombra é uma barreira contra radiação solar direta (SILVA, 2000). Em virtude dos elevados níveis de radiação solar nas zonas tropicais, a simples existência de sombra de árvores pode alterar favorável e significativamente o desempenho dos animais (KAWABATA et al., 2005).

2.7.4 Velocidade do vento (V)

O vento pode ser definido como o movimento normal das massas de ar, que ocorre em razão das diferenças de pressão causadas pela ação dinâmica do vento (ventilação dinâmica), ou devido às diferenças de temperatura entre dois meios considerados, que ocasiona o deslocamento de massas de ar (ventilação térmica). É influenciado pela altitude, pela topografia e pela irregularidade do solo (FERRO et al., 2010).

Regiões de topografia acidentada desviam o vento alterando sua direção e velocidade, ou podem canalizá-lo, aumentando então sua velocidade. Sua fluidez permite que a trajetória seja comparada à trajetória das águas pluviais (MAIA, 2005).

O movimento de massas de ar é utilizado para ventilação natural, porém, dependendo da ação e das características do vento, podem ocorrer alguns efeitos prejudiciais, principalmente associados a baixas temperaturas (FERREIRA et al, 2004).

Segundo Sainsbury (1971) e Yousef (1985), de maneira geral, a faixa de velocidade do ar (v), que contempla um melhor desempenho animal, ocorre entre $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ e $1,5 \text{ m.s}^{-1}$. PIRES et al. (2003) afirmaram que, a velocidade do vento ideal para vacas de leite se encontra entre $5 \text{ a } 8 \text{ km.h}^{-1}$.

2.8 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO

Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos para caracterizar e quantificar as zonas de conforto adequadas às diferentes espécies animais, apresentando em uma única variável, tanto os fenômenos meteorológicos (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar) como o estresse que tal ambiente possa estar causando no momento (MARTELLO, et al., 2004).

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

O National Weather Service, (1976), em estudos de estresse calórico em gado por 13 anos, caracterizou valores de equilíbrio, cautela, perigo e emergência. DuPrezz (1990), na África do Sul e Hahn (1985), citados por Baêta e Souza (1997) também delimitaram valores de ITU para vacas leiteiras (Tabela 1).

TABELA 1 -Quantificação do grau de estresse térmico, em relação aos valores de ITU segundo o NationalWeather Service (NWS) (1976), DuPrezz (1990) e Hahn (1985), caracterizando equilíbrio, cautela, perigo e emergência.

Autor	Ano	ITU Equilíbrio	ITU Cautela	ITU Perigo	ITU Emergência
NWS	1976	Até 74	74 a 78	79 a 84	> 85
Du Prezz	1990	>70	70 a 78	78 a 82	>82
Hahn	1985	Igual a 70	71 a 78	79 a 83	>83

Fonte: Baêta e Souza (1997).

Pires et al. (2003) observaram que um ITU acima de 72 já define situação de estresse calórico, para vacas de alta produção. Baêta e Souza (1997) constataram que as desvantagens de ITU são a insensibilidade a pequenas mudanças de umidade relativa e a pequena faixa de

desconforto. O ITU também não leva em consideração a radiação solar a movimentação do ar (GLASER, 2003).

Em 1932, Vernon propôs a utilização de um globo oco de cobre, pintado de preto fosco, no interior do qual foi colocado um termômetro para medir sua temperatura interna. De acordo com o autor, a temperatura indicada pelo globo proveria uma estimativa dos efeitos combinados da energia radiante procedente do meio, em todas as direções possíveis, da temperatura do ar e da velocidade do vento, dando assim uma medida do conforto térmico proporcionado pelo ambiente nestas condições (SILVA, 2000). Desde então, vários pesquisadores têm utilizado este instrumento para estabelecer a diferença na qualidade térmica sob telhados, abrigos ou à sombra de árvores (GUISELINI et al., 1999; MARTINS et al., 2001), enquanto outros o utilizaram para determinar as condições ambientais em sistemas de criação animal (KAWABATA et al., 2005; MATARAZZO et al., 2006).

O índice de globo negro e umidade (ITGU) foi desenvolvido por Buffington et al. (1981) como um índice de conforto térmico para vacas leiteiras expostas à radiação solar direta e indireta. O ITGU é calculado substituindo-se na fórmula do ITU, o valor referente à temperatura do termômetro de bulbo seco pela temperatura do globo negro. De acordo com SILVA (2000), o termômetro de globo é uma maneira de indicar os efeitos combinados da radiação, convecção e sua influência no organismo vivo. Desta forma, o ITGU seria um índice mais apropriado para determinar o conforto térmico de vacas expostas a condições tropicais, com temperaturas elevadas e radiação solar intensa (MARTELLO et al., 2004). BACCARI JR. (1998) cita que, a produção de leite apresenta uma correlação mais alta com o ITGU do que com o ITU.

O National Weather Service (1976), delimitando valores de ITGU, consolidou as situações para tal índice: valores até 74, situação de conforto, entre 75 e 78, situação de alerta, 79 a 84, perigo, e acima deste, situação crítica. É importante notar que a produção de leite apresentou correlação mais alta com o ITGU do que com o ITU sob radiação direta (MATARAZZO et al., 2006).

MARTELLO et al., (2004), trabalhando com vacas leiteiras, não verificaram sinais de estresse nos animais ou queda de produção quando os índices apresentaram valores dentro das faixas consideradas críticas, de até 76 para ITU e a até de 78 para valores de ITGU, e questiona a utilização dos limites destes índices para as condições brasileiras.

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

necessário conhecer a temperatura média radiante (TMR), que é a temperatura correspondente ao fluxo radiante emitido pela atmosfera, admitida como um corpo negro ao qual se aplica a lei de radiação de Stefan-Boltzman (CONCEIÇÃO, 2008).

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

A CTR provê uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante procedente do meio ambiente em todas as direções possíveis, da temperatura do ar e da velocidade do vento, dando assim uma medida do conforto térmico, desde que se suponha não haver trocas térmicas por evaporação entre o ambiente e o animal considerado (CONCEIÇÃO, 2008).

2.9 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS

Os efeitos do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de bovinos leiteiros como a frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura de pelame (TP) ou temperatura superfície corporal (TSC) e taxa de sudação (TS), têm sido bastante estudados, principalmente para animais em lactação, como uma forma de caracterizar situações de estresse (SALLA et al., 2009). De acordo com Zwald (2007), os estudos realizados com animais adultos, sugerem que os efeitos sejam semelhantes para os animais jovens.

2.9.1 Frequência Respiratória (FR)

O primeiro sinal visível de estresse térmico sofrido pelo animal é o aumento da frequência respiratória, embora seja o terceiro na sequência dos mecanismos de termorregulação. O primeiro mecanismo é a vasodilatação e o segundo, a sudação. O aumento ou diminuição da frequência respiratória está na dependência da intensidade da duração do

estresse a que estão submetidos os animais. Esse mecanismo promove a perda de calor por meio evaporativo (BACCARI JR, 2001).

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

Em condições de termoneutralidade, a frequência respiratória normal da vaca em lactação varia de 26 a 35 movimentos por minuto e começa a elevar-se significativamente a partir de temperaturas acima dos 26°C (REECE, 2006). Berman et al. (1995) encontraram frequências respiratórias de 50 a 60 mov.min.⁻¹ quando a temperatura ambiente ultrapassou 25°C, em condições subtropicais. Segundo Hahn e Mader (1997), entretanto, a frequência de 60 mov.min.⁻¹, indica animais com ausência de estresse térmico ou que este é mínimo; mas, quando ultrapassam 120 mov.min.⁻¹, reflete carga excessiva de calor e, acima de 160 mov.min.⁻¹, medidas de emergência devem ser tomadas para reduzir a carga de calor. A frequência respiratória é mais elevada à tarde do que de manhã, ou sob radiação solar direta do que à sombra (SALLA, et al, 2009).

O aumento na frequência respiratória por um período de tempo caracteriza-se como um método eficiente de perda de calor, entretanto, se esse mecanismo passa a ser exigido por um período de tempo prolongado, pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, proporcionando um aumento no calor endógeno em função da atividade muscular (ofegação) e desviando energia de outros processos metabólicos (ROSSAROLLA, 2007).

2.9.2 Temperatura Retal (TR)

A manutenção da temperatura corporal, inferido como temperatura retal, é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. Os bovinos apresentam a capacidade de manter a temperatura corporal relativamente constante, porém em condições de estresse térmico, dependendo da intensidade e da duração desse estresse, podem apresentar temperatura corporal elevada, ou seja, hipertermia (BACCARI JR, 2001).

A medida da temperatura retal é usada frequentemente como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes, pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes (FERREIRA et al., 2006).

A temperatura retal é um indicador do balanço térmico e pode ser usada para avaliar a adversidade do ambiente térmico que pode afetar o crescimento, lactação e reprodução das vacas leiteiras (SILANIKOVE, 2000).

A temperatura retal média para bovinos acima de um ano é de $38,5 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$. Esta temperatura é mantida mediante regulação entre a formação de calor e sua liberação do organismo (ROBERTSHAW, 2006).

2.9.3 Temperatura Superfície Corporal (TSC)

A temperatura superficial, assim como a frequência respiratória, é uma medida de fácil aquisição, pois pode ser obtida a distância e sem que haja necessidade de contenção do animal, além de ser um método não invasivo. De acordo com Martello (2006), valores de temperatura superficial entre $31,6$ e $34,7^{\circ}\text{C}$ não indicam sofrimento por estresse térmico em ambientes climatizados.

Para Collier et al., (2006), a temperatura de superfície abaixo de 35°C é o suficiente para que haja trocas térmicas, pois o gradiente entre o pelame e o organismo é grande o bastante para possibilitar perdas de calor entre o núcleo corporal e o pelame, utilizando a condução como um mecanismo eficiente de troca.

A temperatura da superfície corporal é dependente das condições climáticas do ambiente, sendo influenciada pela temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e

também pelas condições fisiológicas como vascularização e sudação (FERREIRA et al., 2006).

2.9.4 Taxa de Sudação (TS)

Além das perdas de calor por convecção e radiação (calor sensível), a habilidade dos animais em resistir a altas temperaturas é também proporcional à sua capacidade de eliminar calor latente através da evaporação de água. Este processo ocorre tanto na superfície cutânea como no interior do sistema respiratório (CUNNINGHAM, 1999).

Essa troca de calor por evaporação, respiratória ou cutânea, é pequena sob baixas temperaturas ambientes, quando predominam as trocas de calor sensível (GEBREMEDHIN e WU, 2001). Em estudo com vacas Holandesas no Brasil, Maia et al. (2005) observaram que a perda por evaporação cutânea correspondia de 20 a 30% do total de calor eliminado pelo organismo sob temperaturas entre 10 e 20°C. Entretanto, quando em temperaturas superiores a 30°C, a evaporação cutânea tornava-se o principal mecanismo de perda de calor, chegando a 85% do total, enquanto que os outros 15% corresponderam às perdas por evaporação respiratória.

A capacidade máxima de sudação é atingida sob temperaturas elevadas, quando ocorre aumento do volume de sangue para a epiderme, o que proporciona às glândulas sudoríparas maiores estímulo e quantidade de matéria prima. Com o avançar da idade, devido à redução do suprimento sanguíneo e à degeneração dos nervos dérmicos e tecidos, ocorre uma diminuição da produção de suor (SOUZA JR., 2008). A quantidade de suor produzido depende também do número de glândulas sudoríparas ativas por unidade de área da epiderme (CUNNINGHAM, 1999).

Animais próprios de ambientes temperados tendem a apresentar menor densidade glandular, tendo as glândulas um diâmetro menor e aparência enovelada, ao passo que os zebuínos apresentam glândulas saculiformes de maior diâmetro e grande volume (SILVA, 2000). As glândulas sudoríparas e, portanto a taxa de sudação, não é distribuída de maneira homogênea na superfície da epiderme (MAIA, et al., 2005).

Os bovinos criados em sistema extensivo ganham grande quantidade de calor por radiação direta ou indireta (SILVA 2000), sendo assim e de grande importância a capacidade

de seu organismo em manter a temperatura em equilíbrio pela habilidade de perder calor, principalmente pela sudorese (FERREIRA et al., 2009).

2.10 SOMBRA

2.10.1 Efeito da sombra nas respostas fisiológicas

Em pesquisa realizada por Collier, et al. (1981), vacas com acesso à sombra, foram expostas a um gradiente de temperatura de globo negro de 8°C, inferior àquelas sem acesso à sombra. Os resultados demonstraram que os animais no ambiente sem sombra, estiveram expostos à temperatura de globo igual ou superiores, a temperatura corporal em níveis normais. Assim, as vias sensíveis de perda de calor, ou seja, condução, convecção e radiação, ficaram prejudicadas. Isto possibilitou o aumento na temperatura retal (38,8°C) para as vacas à sombra, e sem sombra (39,7°C) e na frequência respiratória (77,5 mov.min⁻¹ com sombra e 114,2 mov.min⁻¹ sem sombra), mostrando que a principal via de perda de calor foi à evaporação, mas mesmo assim não atingindo níveis desejáveis.

De acordo com os estudos de Barbosa et al. (2004), vacas expostas ao sol, no período da manhã, não apresentaram diferenças temperatura retal e frequência respiratória, entretanto, no período da tarde a temperatura retal encontrada para o ambiente sombreado foi inferior ao não sombreado, em 0,5°C e, para frequência respiratória, a mesma redução foi verificada no período da tarde, as vacas sombreadas apresentaram 26,5 mov.min⁻¹ a menos que as expostas ao ambiente sem sombra.

Blackshaw e Blackshaw (1994), em revisão sobre os benefícios do uso da sombra para bovinos leiteiros, citaram que vacas com acesso à sombra tiveram menores temperaturas retais, maior produção de leite, porém os animais não sombreados foram mais eficientes em perdas de calor durante os períodos noturnos, restabelecendo sua condição normal, por maior facilidade em dissipar calor para o meio.

Carvalho e Olivo (1996), em experimento com novilhas Holandesas, observaram que os animais que receberam o tratamento com sombra apresentaram menores temperaturas retais do que os sem sombra, 39,6°C e 39,9°C, respectivamente, e a frequência respiratória também se manteve em níveis inferiores nos animais com acesso à sombra, com médias de 64

mov.min⁻¹ contra 88,5 mov.min⁻¹ para os sem sombra. Porém mesmo com os níveis de frequência respiratória aumentados não foi suficiente para impedir o aumento da temperatura retal. Outro fator importante foi a influência da radiação solar direta sobre o desempenho das novilhas; em média as novilhas ao sol apresentaram 0,246kg a menos de ganho de peso do que as novilhas à sombra.

Brown-Brandl et al. (2005) observaram que, dias em condições ambientais sob situação de emergência, ou seja, com índice de temperatura e umidade (ITU) acima de 84, o benefício do uso da sombra na resposta à frequência respiratória foi mais evidente no período das 10:00 às 18:00 horas, quando se observou uma diminuição máxima para os animais à sombra de 31 mov.min⁻¹.

Segundo Ferreira et al. (2006), em trabalho com bovinos cruzados Holandês x Gir, quando o ITU atingiu valores de 97, os animais estavam sob estresse calórico severo, a temperatura da superfície corporal passou de 29,05°C em situação de conforto para 47,72°C após o estresse.

Em condições de exposição direta à radiação solar, o ganho de calor sofrido pelo animal é, em geral, três vezes e meia maior do que para os animais submetidos à sombra, o que acarreta uma elevação da frequência respiratória a fim de maximizar as perdas evaporativas, já que as perdas sensíveis não são suficientes (SOUZA JR. et al., 2008).

Silva et al. (2008) observaram uma elevação na temperatura de superfície nos horários de maior radiação solar (das 12:00 às 14:00 horas), sendo esta em média de 7°C maior do que nos animais à sombra, e uma frequência respiratória superior em média de 42 mov.min⁻¹ para os animais não sombreados. Desse modo, as evidências quanto à importância de sombra para os animais é uma constatação científica, e o uso de sombreamento é uma necessidade clara para a qualidade de vida desses animais que estão submetidos a condições adversas, principalmente em países tropicais.

2.10.2 Sombreamento

Os efeitos negativos de altas temperaturas sobre a produção, reprodução e sanidade dos bovinos leiteiros são atestados em muitos trabalhos, assim como a necessidade de diminuir esses efeitos também. Várias modificações no ambiente podem ser introduzidas, tais como: ventilação mecânica, resfriamento evaporativo e uso de sombras artificiais ou

naturais. O controle da radiação solar incidente sobre os animais é de grande importância para o ambiente onde se alojam os mesmos (MELLACE, 2009).

A sombra consiste na modificação ambiental básica sendo importante para diminuir a absorção de calor por radiação. Em regiões de altas temperaturas, o uso da sombra é essencial para garantir eficiência produtiva, e assim reduzir os efeitos do estresse (COLLIER et al., 2006).

A criação de gado leiteiro em pastagens favorece para que esses animais absorvam calor proveniente da radiação solar direta, radiação difusa oriunda do solo e da atmosfera que o circunda. A proteção através do uso de sombreamento é a forma de modificação ambiental, mais importante para reduzir os efeitos da absorção de calor por radiação. Instalações adequadas que possibilitem evitar situações de estresse térmico, proporcionam maximização da eficiência produtiva, acarretando benefícios econômicos aos criadores (REYES, 2008).

Em ambientes quentes e com alta incidência de radiação solar, há necessidade de proporcionar sombra aos animais, reduzindo assim o aquecimento corporal e facilitando a termorregulação, pois o aperfeiçoamento do ambiente térmico traz benefícios à produção animal, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização de alimentos (PARANHOS DA COSTA, 2000).

O primeiro benefício do uso da sombra está na redução da carga de calor e preservação das formas sensíveis de perdas de calor, meios esses menos dispendiosos para o animal, não prejudicando a produção (BARBOSA et al., 2006).

Em climas quentes, como nas regiões tropicais com carga excessiva de calor, a sombra é de importância essencial a fim de minimizar perdas na produção de leite e reprodução, bem como para a própria sobrevivência do gado leiteiro (EIGENBERG et al., 2005). Os animais que procuram a sombra, como meio de se arrefecer e, assim manter a temperatura corporal, podem sofrer prejuízos devido ao menor tempo em pastejo (COIMBRA, et al., 2007)

Segundo West (2003), a proteção dos animais contra a radiação solar direta e difusa é o primeiro passo a ser tomado pelos criadores. Hillman et al. (2005) estimaram que a carga total de calor possa ser reduzida de 30 até 50%. A carga de radiação diminui sob a sombra e, conseqüentemente, há diminuição da temperatura ambiente, fato que pode ser comprovado por medidas fisiológicas no animal observando-se à redução na temperatura corporal e diminuição na frequência respiratória (LEME, et al., 2005).

Em regiões quentes, a existência de sombra nas pastagens influencia positivamente os hábitos de pastejo dos animais, garantindo uma distribuição mais apropriada do tempo de ruminção e maior tempo em descanso (COIMBRA et al., 2007).

Barbosa et al. (2004) salientaram que, o fornecimento de sombra para os animais durante o período de verão é um meio eficiente para auxiliar no seu conforto. Kendall et al. (2006), avaliando o uso de sombra, concluíram que, o fornecimento desta aos animais criados a pasto melhora o efeito do estresse pelo calor, diminuindo a temperatura vaginal e aumentando a produção ($0,3\text{kg}\cdot\text{leite}\cdot\text{dia}^{-1}$). Urdaz (2006) verificou um aumento na produção de leite de vacas com acesso à sombra, em comparação àquelas que não tiveram acesso à sombra.

Para Baccari Jr. (1998), o sombreamento deve ser parte obrigatória nos piquetes, para que possa ser reduzida a carga térmica radiante proveniente da radiação solar direta. Para se obter ótimas produtividades e conforto para vacas leiteiras, quando a temperatura ambiente for superior a 30°C , o fornecimento de sombra é fundamental (GAUGHAN et al., 1998).

2.10.3 Sombreamento artificial

Nos sistemas de produção a pasto a preocupação com o sombreamento artificial aumenta à medida que são empregados animais altamente especializados, portanto mais sensíveis às altas temperaturas ambientais (ROSSAROLLA, 2007).

Em regiões onde não se tem disponibilidade de árvores, ou ainda em situações de pastejo rotacionado, a utilização do sombreamento artificial, seja ele móvel ou fixo, mostra-se de grande importância como ferramenta de manejo para o produtor. As estruturas móveis (tela de polipropileno) produzem menor proteção contra radiação solar em comparação às estruturas fixas (telhas), embora apresentem melhores condições do que nenhuma sombra (BUCKLIN, 1991). A tela de polipropileno também é utilizada, como material de cobertura para sombreamento de gado leiteiro, sendo resistente a raios ultravioletas, podendo oferecer de 30 a 90% de proteção contra a radiação solar direta e tem ótima durabilidade, se mantida estendida de forma adequada. Uma das vantagens deste tipo de sombra é a de, poder ser removida com bastante facilidade, adaptando o ambiente para a criação desejada. Em sistemas de alojamento de pastejo aberto, estruturas portáteis podem ser utilizadas, a fim de evitar a destruição da forragem emanar as vacas em locais sempre limpos. Recomenda-se que esta estrutura mude de lugar a cada um ou dois dias (ARMSTRONG, 1994).

Eigenberget al., (2007) pesquisaram diferentes tipos de telas de polietileno, que ofereciam 90, 80 e 50% de proteção contra radiação solar, e concluíram que, todas elas

apresentaram melhores condições de bem estar aos animais em comparação a nenhuma disponibilidade de sombra.

Segundo Mitlöhner et al., (2001), novilhas com acesso a estruturas de sombreamento com cobertura de tela de polipropileno, de 80% de proteção contra os raios solares apresentam menor taxa de frequência respiratória e maior ganho de peso.

O uso de tela de fibra sintética de polietileno nas instalações para bovinos é um recurso que proporciona resultados satisfatórios quanto ao conforto térmico em animais. A produção de leite em animais mantidos sob a proteção de tela, apresentou-se maior que os animais mantidos sem esse tratamento (MARTELLO et al., 2004).

Nas condições de clima quente e úmido como o da Flórida (EUA), Bucklin (1991) sugeriu que, para os animais confinados sob a sombra, a melhor orientação a ser dada para a construção é a leste-oeste, porém, se os animais possuem livre movimentação, a melhor orientação é a norte-sul. Esta orientação tem a vantagem de propiciar de 35 a 50% da área de piso sob a sombra sem que receba a luz solar durante períodos da manhã e tarde.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O. **Animal welfare**. Wallingford: CAB International, 1997, 316p.
- ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.77, p.2044-2050, 1994.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; STURNINO, H.M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO I.B.; MONTEIRO J.B.N.; MORATO, L.E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ holandes – zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.
- BACCARI JUNIOR., F.; AGUIAR, I.S.; DALFAVA, C.; BRASIL, L.H.A.; GOTTSCHALK, A.F. Comportamento adaptativo termorregulador de vacas holandesas sob radiação solar direta, mediante o aproveitamento de sombra e água. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 6, 1997, Lisboa. **Anais...** Lisboa: APEZ, 1997. p.331-336.
- BACCARI JUNIOR, F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em climas quentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.24-67.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: Editora da UFV. 1997. 246p.
- BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. Collingwood, v.34, p.285-295, 1994.
- BARBOSA, O.R.; BOZA, P.R.; SANTOS, G.T.; SAKAGUSHI, E.S.; RIBAS, N.P. Efeito da sombra e da aspersão e água na produção de leite de vacas da raça holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.1, p.115-122, 2004.
- BARBOSA, O.R.; KAZAMA, R.; ROMA, C.F.C.; PRADO, I.N.; JUNKER, R.C.; JACOBI, G.; BUMBIERIS JR. V.H. Temperatura da superfície do pelame de bovinos em confinamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4, 2006, Ribeirão preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2006.
- BERMAN, A.; FOLMAN Y.; KAIM, M.; MAMEN, M.; HERZ, Z.; WOLFENSON.; ARIELI, D.A.; Y. GRABER. Y. Upper critical temperature and forced ventilation effects of high yielding dairy cows in a tropical climate. **Journal of Dairy Sciences**. Champaign, v.77, p.488-495, 1995.
- BROOKES, J.M. New Zealanders make nearly 2-1/2 times theirs U.S. counterparts. **Haards Dairy man**, New Zealand, v.19, p.179, 1996.

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

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

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

BUCKLIN, R.A. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climate. **Appalid Engineering Agricultural**. St. Joseph, v.7, p.241-247, 1991.

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

CAMPOS, O.F.; LIZIEIRE, R.S. Desaleitamento precoce e alimentação de bezerras. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2000, Goiânia-Go. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000. p. 1-20.

CAMPOS, A.T.; PIRES, M.F.A.; JUNIOR, J.L.C.S.; COSTA, L.C. **Zoneamento da pecuária leiteira da região Sudeste**. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpgl.embrapa.br/zoneamento/sudeste/sudeste.html>>. Acesso em: 07 ago. 2011.

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

CASSELL, B.; MCALLISTER, J. Dairy **Crossbreeding Research: Results from Current Projects**. 2008. Disponível em: www.dairy_nz. New Zealand Dairy Statistics. Acesso em 11 out. 2012.

CHESTER JONES, H.; LINN, J. **Effect of nutrition and management of dairy on resultant cow longevity**. University of Minnesot a Extension Service, 2006. Disponível em: <www.extension.umn.edu/dairy>. Acesso em: 30 out.2011.

COIMBRA, P.A.D.; MACHADO, T.M.P.; MACHADO FILHO, L.P.; HÖTZEL, M.; LNUNES, P.; LIPIARSKI, M.A. Influência da localização do bebedouro e da sombra no comportamento de bovinos em pastoreio. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, p.825-829, 2007.

COLLIER, R.J.; ELEY, R.M.; SHARMA, A.K. Shade management in subtropical for milk yield and composition in Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**. Champaing, v.64, p.844-849, 1981.

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

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

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

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409p.

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

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

DEITENBACH, A.; FLORIANI, G.S.; DUBOIS, J.C.L.; et al. **Manual agroflorestral para a Mata Atlântica**. Brasília: MDA, FAF, 196p.: il., 2008.

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

EIGENBERG, R.A.; BROWN-BRANDL, T.M.; NIENABER, J.A. **Shade material evaluation using a cattle response model**. 2007. Disponível em: <<http://asae.frymulti.com/azdez.asp?JID=5&AID=24040CID=MIN2007CT=2>> Acesso em: 05 abr 2010.

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

FREYER, G.; KONIG, S.; FISCHER, B.; BERGFELD, U.; CASSELL, B. G. Invited review: crossbreeding in dairy cattle from a German perspective of the past and today. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p.3725-3743, 2008.

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

FERREIRA, F.; CAMPOS, W.E.; CARVALHO, A.U.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; SILVA, M.V.G.B.; VERNEQUE, R.S.; SILVA, P.F. 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, 2009.

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

FIGLIOLI, J.; SCHMIDT, R.; KAWABATA, C.Y.; OLIVEIRA, C.E.L.; SAVASTANO JUNIOR, H.; ROSSIGNOLO, J.A. Eficiência térmica de telhas onduladas de fibrocimento aplicadas em abrigos individuais para bezerros expostos ao sol e à sombra. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 64-67, 2012.

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

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

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

GUISELINI, C.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M. Avaliação da qualidade do sombreamento arbóreo no meio rural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p. 380-384, 1990.

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, 1997, Minnesota. **Proceedings**. ST. Joseph: ASAE, 1997. p. 125-129.

HEIDER, F.C. **Síntese anual da agricultura**. 2010. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2011/Leite%20Sintese%202011.pdf> Acesso em: 12 out. 2011.

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

HOLMES, C.W.; WILSON, G.F. **Produção de leite a pasto**. 1 ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1990. 708p.

HOLMES, C. W. Produção de leite a baixo custo em pastagens: uma análise do sistema neozelandês. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.69-95.

JENTZSCH, R. **Estudos de modelos reduzidos destinados à predição de parâmetros térmicos ambientais em instalações agrícolas**. 2002. 103p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002.

KAWABATA, C.Y.; CASTRO, R.C.; SAVASTANO JÚNIOR, H. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da Raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes Coberturas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n.3, p. 598-607, 2005.

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

LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, p.668-675, maio/jun., 2005.

LOPEZ-VILLALOBOS, N.; GARRICK, D. J.; HOLMES, C. W.; BLAIR, H. T.; SPELMAN, R. J. Profitabilities of some mating systems for dairy herds in New Zealand. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.144-53, 2000.

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

MACARI, M.; FURLAN, R.L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Jaboticabal: SBEA, 2001. v.1, p.31- 87.

MACFARLAND, D. **Animal behavior: psychobiology, ethology and evolution**. 3 ed. {S.I.}: Prentice Hall, 1999. p. 259-307.

MACHADO, P.F. **Criação de novilhas a pasto: problema ou solução?** 2004. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 20 ago. 2011.

MADER, T.L.; DAHLQUIST, J.M.; HAHN, G.L.; GAUGHAN, J.B. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle. **Journal of Animal Sciences**, Albany, v.84, p.712-719, 2006.

MAGALHÃES, J.A.; CARNEIRO, M.S.S.; BEZERRA, A.P.A.; MORAIS NETO, L.B.; COSTA, M.R.G.F.; MOCHEL FILHO, W.J.E. Considerações sobre a produção de leite a pasto. **REDVET. Revista Eletrônica de Veterinária**. v.8, n. 9, 2007.

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

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

MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JR, H.; PINHEIRO, M.G.; SILVA, S.L.; ROMA JR., L.C. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. **Revista Engenharia Agrícola**. Botucatu, v.24, n.2, 2004.

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

MARTELLO, L.S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall.** 2006. 113p. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) –Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. 2006.

MARTINEZ, M. L.; TEODORO, R. L.; VERNEQUE, R. S. **Alternativas eficientes de cruzamentos em gado de leite nos trópicos.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003.10 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 76).

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

MATARAZZO, S.V; SILVA, I.J.O.; PERISSINOTO, M.; FERNANDES, S.A.D.A. Intermittência do Sistema de Resfriamento Adiabático Evaporativo por aspersão em instalação para vacas em lactação. **Engenharia Agrícola.** Jaboticabal, v.26, n.3, p.654-662, 2006.

MELLACE, E.M. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem-estar de novilhas leiteiras criadas a pasto.**2009. 95p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2009.

MILKPOINT. **TOP 100 Milkpoint - Sistemas de produção utilizados, 2010.** 2011. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>Acessoem: 05 abr. 2011.

MIRANDA, J.E.C.; FREITAS, A.F. **Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite.** Juiz de Fora: Embrapa – CNPGL, 2009, 13 p. (Embrapa – CNPGL. Documento: 98)

MITLÖHNER, F.M.; MORROW, J.L.; DAILEY, J.W.; WILSON, S.C.; GALYEAN, M.L.; MILLER, M.F; MCGLONE, J.J. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat – stressed feedlot cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v.79, p.2327-2335, 2001.

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

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

NÄÄS, I. A. Tipologia de instalações em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 146-155.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E.S.; CAMPOS, A.T.; TEIXEIRA, R.A.; ALMEIDA, C.P. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola.** Jaboticabal, v.29, n.4, p.508-517, 2009.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, H.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N.Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos

Santa Inês mantidos em confinamento na região Marinho litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

OLIVEIRA, D.J.C.; NOGUEIRA, G.P. Curvas de crescimento de bezerros da raça girolando. **Arquivo Ciência Veterinária e Zootecnia**. UNIPAR, Umuarama, v.9, n.1, p.3-8, 2006.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; CROMBERG, V.U. Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar dos animais em sistema de pastejo rotacionado. In: **Fundamentos do Pastejo Rotacionado**, FEALQ: Piracicaba, SP, p. 273-296, 1997.

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

PEREIRA, C.C.J. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PIRES, M.F.A.; FERREIRA, A.M.; COELHO, S.G. Estresse calórico em bovinos de leite. **Caderno técnico de Veterinária e Zootecnia**, n.29, p.23-27, 1999.

PIRES, M.F.A; CAMPOS, A.T. **Relação dos dados climáticos com o desempenho animal**. In: RESENDE, H;CAMPOS, A. T.; PIRES, M.F.A (Orgs). Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira, 1 ed, Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite.2003, v.1, 250p.

PIRES, M.F.A.; VILELA, D.; ALVIM, M.J. Comportamento alimentar de vacas holandesas em sistema de pastagem ou confinamento. **EMBRAPA GADO DE LEITE**, 2006.

PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F1 cross with regard to milk yield, somatic cell score, mastitis, and milking characteristics under grazing conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p.2741-2750, 2010.

REECE, W. O. Respiração nos mamíferos. In: REECE, W. O. (Ed.). **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 103-134.

REYES, L.A. **Modificaciones ambientales para reducir el estrés calórico em el ganad lechero**. 2008. Disponível em: < [http:// www.infoleche.com/](http://www.infoleche.com/)>. Acesso em: 29 de setembro 2011.

ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico. In: REECE, W. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. Cap. 55, p. 897-908.

RODRIGUES, A.L.; SOUZA, B.B.; PEREIRA FILHO, J.M. influência do sombreamento e dos sistemas de Resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 2, 2010 p. 14 – 22.

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

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

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

SILVA, R.G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SILVA, R.M.N.; SOUZA, B.B.; SOUZA, A.P.; M.L.; TAVARES, G.P.; SILVA, E.M.N. Efeito do sexo e da idade sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de bovinos da raça Sindi no semi-árido. **Ciências Agrotecnica**, Lavras, v.29, n.1, p.193-199, 2005.

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

SILVA, L.L.G.G.; RESENDE, A.S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; AZEVEDO, B.C.; VIEIRA, S.M.; COLOMBARI, A.A.; TORRES, A.Q.A.; MATTA, P.M.; PERIN, T.B.; MIRANDA, C.H.B.; FRANCO, A.A. Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril. **EMBRAPA**, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.34, p.1-25, 2008.

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

SOUZA JR., J.B.F. Sudação e características morfológicas do pelame de bovinos manejados em ambiente tropical. **Pubvet**, v.2, n.31, Ed. 42, Art. 7, ISSN 1982-1263. 2008. Disponível em: <<http://pubvert.com.br>>. Acesso em: 26 mar 2012.

TEODORO, R. L.; MARTINEZ, M. L.; PIRES, M. deF.; VERNEQUE, R. da S. Cruzamentos. In: VALENTE, J.; DURÃES, M. C.; MARTINEZ, M. L.; TEIXEIRA, N. M. (Ed.) Melhoramento genético de bovinos de leite. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2001. p.89-104.

THOM, E.C. **The discomfort index**. Weatherwise, Washington, v.12, n.2, p. 57-60, 1959.

THALER NETO, A.; RODRIGUES, R. S.; CÓRDOVA, H. A. Desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês x Jersey em comparação ao Holandês. . 47. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 2010. Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

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

URDAZ, J.H.; OVERTON, M.W.; MOORE, D.A.; SANTOS, E.P. Effects of adding shade and fans to a feedbunk sprinkler system for preparturient cows on health and performace. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 89, p. 2000-2006, 2006.

VAL, J.E.; FREITAS, M.A.R.; OLIVEIRA, H.N.; CARDOSO, V.L.; MACHADO, P.F.; PANETO, J.C.C. Indicadores de desempenho em rebanhos da raça holandesa: curva de crescimento e altura, características reprodutivas, produtivas e parâmetros genéticos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.56, n.1, p.86-93, 2004.

VALTORTA, S.E.; GALLARDO, M.R.; CASTRO, H.C.; CASTELLI, M.E. Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.39, n.1, p.233-236, 1996.

VILELA, D.; LEITE, J.L.B.; RESENDE, J.C. Políticas para o leite no Brasil: passado, presente e futuro. In: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil, Maringá, 2002. **Anais...** Maringá:UEM/CCA/DZO – NUPEL, 2002, p. 1-26.

ZWALD, A. **Heifer management blueprints**. University of Wisconsin.2007. Disponível em: <<http://www.wisc.edu/dysci/uwex/heifmgmt/blueprints/Heat%20Stress%20in%20Heifers.pdf>>. Acesso em: 10 de janeiro 2012.

YAMAMOTO, S.; YOUNG, B.A., PURWANTO, B.P.; NAKAMASU, F.; MATSUMOTO, T. Effect of solar radiation on the heat load of dairy heifers. **Australian Journal Agricultural Research**, Collingwood, v.45, p.1741-1749, 1994.

YOKOYAMA, L.P., VIANA FILHO, A.; BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, I.P.; BARCELLOS, A.O.; Avaliação Econômica De Técnicas De Recuperação De Pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1335-1345, ago. 1999.

YOUSEF, M. K. Stress physiology in livestock. **Poultry Science**, Boca Raton, v.3, p.159, 1985.

YOUSEF, M.K.; JOHNSON, H.D. Endocrine system and thermal environment. In: YOUSEF, M. K. Stress physiology in livestock. **Poultry Science**, Boca Raton, v.3, p.159, 1985.

WEIDMANN, P. E. **Respuestas de vacas Holstein y cruce Holstein x Jersey en la Cuenca Lechera Santafesina**. Revista de la Facultad de Agronomía, Buenos Aires, v.17, n.1, p.95-99, 1997.

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

**CAPITULO 2 – ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA BEZERRAS ½
HOLANDÊS X ½ JERSEY CRIADAS A PASTO COM SOMBREAMENTO
ARTIFICIAL**

1 INTRODUÇÃO

Com a necessidade cada vez maior de aumentar a produção, cresceu também às exigências dos animais em relação às condições ambientais adequadas. O clima é um dos fatores mais importantes a ser considerado em produção animal, pois as alterações climáticas afetam diretamente o comportamento fisiológico, ingestivo e produtivo desses animais (SILVA, 2000).

Os elementos climáticos, tais como temperatura, umidade relativa, vento e radiação solar incidente, são os principais fatores limitantes para o desenvolvimento, produção e reprodução dos animais, em razão do estresse por eles causado (NÄÄS et al., 2001).

Existem vários indicativos para caracterizar o ambiente em termos de conforto e bem-estar animal, entre os quais estão os índices de conforto térmico, determinados com base nas variações dos valores dos elementos climáticos (MARTELLO et al, 2004).

Os índices de conforto têm sido utilizados para se avaliar o impacto do ambiente sobre os bovinos, pois podem descrever mais precisamente os efeitos do ambiente físico sobre a habilidade dos animais em dissipar calor (SILVA et al, 2009).

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) leva em consideração a temperatura do ar e a umidade relativa (THOM, 1959), no entanto este índice não leva em conta fatores importantes, como radiação solar e velocidade do vento (ARIAS et al., 2008). O outro índice também utilizado é o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) é baseado nas medidas das temperaturas de globo negro, ponto de orvalho e ambiente (BUFFINGTON et al., 1981) que leva em consideração a radiação térmica, fator ambiental importante para os animais criados a pasto.

Segundo Sevegnani (1994), o termômetro de globo negro (TGN) é muito utilizado como parâmetro para a avaliação das condições internas das instalações, o que permite utilizá-lo como um índice de conforto térmico, já que indica os efeitos combinados da radiação, convecção e sua influência no organismo vivo.

A carga térmica radiante (CTR) é a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante a ele. Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente sobre ele (VALTORTA et al., 1996). De acordo Silva (2000), os fatores que influenciam a CTR no interior de abrigos para bovinos são a orientação da construção, altura do pé direito, altura do animal e sua localização sob o abrigo, a existência de paredes e o material de cobertura.

A maioria das raças bovinas sofre estresse térmico em regiões quentes e com alta incidência de radiação, por serem oriundas de regiões de clima mais ameno. Uma alternativa para se evitar esse efeito é o uso de sombreamento (CAMPOS et al.,2005).

O sombreamento nas pastagens pode reduzir a carga térmica radiante em 30% ou mais. Assim, em ambientes quentes, com alta incidência de radiação solar, deve-se proporcionar sombra aos animais, reduzindo o aquecimento corporal e facilitando a termorregulação. O sombreamento é benéfico e recomendado em climas quentes, pois favorece a perda de calor e a manutenção da homeotermia (PARANHOS DA COSTA e CROMBERG, 1997).

Objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento artificial sob os índices de conforto térmico para bezerras cruzadas $\frac{1}{2}$ Holandês x $\frac{1}{2}$ Jersey, criadas em sistema a pasto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

A pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Kiwi Agropecuária, no município de Silvânia-GO, localizada na Rodovia GO 430, km 21 a direita, encontrando-se a 16°29'18" de latitude sul, 48°49'27" de longitude oeste e 983 m de altitude. O clima da região é do tipo AW, clima tropical de savana, apresentando temperaturas do mês mais frio superiores a 18°C e do mês mais quente superiores a 22°C. O mês mais seco apresenta menos de 60 mm de precipitação. Há a predominância de duas estações bem distintas quanto à precipitação pluviométrica: um período chuvoso que se estende, de outubro a abril; e um período seco, de maio a setembro, em que são mínimos os índices pluviométricos (BLANCANEUX et al., 2007).

2.2 Animais

Foram utilizadas 16 bezerras mestiças ½ Holandês x ½ Jersey, nascidas na própria fazenda, com idade média de 3,6 ±0,8 meses de vida e peso inicial médio de 93,2 ±2,0 kg/PV (peso vivo). Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos dois tratamentos, por meio de sorteio de suas identificações, totalizando oito repetições por tratamento.

2.3. Piquetes

Os animais foram manejados sob pastejo rotacionado em faixas, o qual consistiu em ofertar apenas a faixa de pasto a ser consumida pelo animal durante o dia. Foram utilizados cinco piquetes de 0,30 ha, para a acomodação dos dois tratamentos, correspondendo a uma área de 0,15 ha para cada um. A pastagem era formada por pastagem Tifton 85 (*Cynodon spp*)

consoiciado de aveia preta (*Avena strigosa*), irrigada por pivô em dias alternados no período noturno.

A divisão foi feita com cerca elétrica móvel, com fita eletroplástica, sustentada por estacas móveis fixas ao solo, as quais eram movimentadas diariamente, para dispor a faixa de pasto a ser consumida pelas bezerras. Foi disponibilizada uma área média de pasto de 8 m².animal.dia.

2.4 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos: 1- PC – Piquete Controle: ausência de sombreamento artificial, com exposição direta ao sol, 2- PS – Piquete Sombreado: presença de sombreamento artificial, sendo malha de polipropileno, com 80% de proteção.

O experimento teve duração total de 115 dias, no período de junho a setembro de 2011. As coletas de dados foram realizadas a cada sete dias, tendo os dias como repetição, totalizando 16 repetições. Na Figura 2 estão representados os dois grupos de animais utilizados na pesquisa.



FIGURA 2 – Vista geral do piquete, com os animais utilizados na pesquisa.

O sombreamento artificial móvel foi construído com cobertura de tela preta de fibra sintética de polipropileno, denominado comercialmente de sombrite, confeccionada para fornecer 80% de proteção contra a radiação solar direta (Figura 3). A cobertura foi sustentada sobre uma estrutura de tubos de PVC PN 75 soldável, unidos por conexões e colados com cola própria para esse material. A estrutura era aberta nas laterais, sendo posicionada sempre na orientação leste-oeste. As dimensões do sombrite foi de 4 metros de comprimento, 3 metros de largura e 2 metros de altura, proporcionando uma área de $1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{animal}^{-1}$.



FIGURA 3 – Estrutura do sombreamento artificial móvel, montado no campo.

2.3. Variáveis ambientais

As variáveis ambientais temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (Tgn) e velocidade do vento (v) foram mensuradas a cada sete dias, às 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 16:00 e 18:00 horas.

Em cada tratamento foi instalado um termohigrômetro digital THG 312, marca Oregon Scientific, com uma faixa de medição de temperatura externa de -50°C a 70°C e temperatura interna -5°C a 50°C , ambas com precisão: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ e faixa de medição da umidade de 25 % a 95% (precisão: $\pm 1\%$), a uma altura de 1,5 m do solo, para mensurar a temperatura de bulbo seco (Tbs) e umidade relativa do ar (UR).

A Tgn foi medida com um globo negro plástico, de polietileno, com 15 cm de diâmetro, pintado de preto fosco, no centro do qual foi inserido um sensor de temperatura. O globo negro foi instalado a uma altura de 1,5 m acima do nível do solo, tendo sido fixado no piquete sombreado, abaixo da cobertura de sombrite e, no piquete controle, sendo mantido imóvel sustentado por suporte de ferro.

A velocidade do vento foi mensurada utilizando-se um termo-anemômetro digital, modelo LM-8000 da Lutron, com medição da velocidade do vento de 0,4 a 30,0m/s (Precisão: $\pm 3\%$ da escala). A velocidade do vento foi coletada em três pontos distintos dentro de cada piquete, tomando-se a média como o valor do horário.

O ponto de orvalho foi calculado por meio do programa computacional GRAPSI 4.0® de livre acesso, disponibilizado pela Universidade Federal de Viçosa, o qual utiliza os dados da UR para cálculo.

Para cada horário, dentro dos tratamentos, foram calculados os índices de conforto térmico: Índice de temperatura e Umidade (ITU), Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (CTR).

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi determinado, de acordo com Thom (1958) pela equação 1:

$$ITU = Tbs + 0,36 Tpo - 41,2 \quad (1)$$

em que:

Tbs - temperatura do bulbo seco, °C, e

Tpo - temperatura do ponto de orvalho, °C.

O índice de temperatura de globo e umidade foi calculado conforme Buffington et al., 1981, pela equação 2 apresentada abaixo:

$$ITGU = Tgn + 0,36 Tpo - 41,5 \quad (2)$$

em que:

Tgn - temperatura de globo negro, °C, e

Tpo - temperatura do ponto de orvalho, °C.

Para determinar a carga térmica de radiação (CTR), foram utilizadas as equações 3 e 4, propostas por Esmay (1978):

$$CTR = \sigma(TMR)^4(3)$$

em que:

σ - constante de Stefan-Boltzmann $5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$, e

TRM - temperatura radiante média, K.

$$TMR = \sqrt[4]{2,51 \sqrt{v}(Tgn - Tbs) + \left(\frac{Tgn}{100}\right)^4} (4)$$

em que,

v - velocidade do vento, m.s^{-1} ;

Tgn - temperatura de globo negro, K, e

Tbs - temperatura de bulbo seco, K.

2.4. Análises estatísticas

Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa SISVAR 5.1® (FERREIRA, 2005), sendo verificada a homogeneidade das variâncias, pelo teste de Hartley, e a normalidade dos resíduos, como premissas para aplicação da estatística paramétrica. Utilizou-se o teste de Skott-knott, para comparação das médias, considerando um nível de significância de 1%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças estatísticas significativas ($P < 0,01$) para a temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro, ITU, ITGU e CTR entre os dois ambientes estudados, sendo observados os maiores valores no piquete ao sol, comparado aos valores encontrados sob condições de sombreamento. Para umidade relativa do ar e velocidade do vento não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,01$). Os valores médios das variáveis ambientais, registrados durante o período experimental, estão descritos na Tabela 2.

TABELA 2 - Médias dos valores de temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (Tgn) e velocidade do vento (v), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR) para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas.

Variáveis	Tratamentos		Médias	C.V. (%)	Prob. F
	Sombrite	Testemunha			
Tbs (°C)	26,06b	28,90a	27,48	13,29	0,0001
UR (%)	36,25	34,92	34,92	28,60	0,0670
v (km/h)	6,57	6,08	6,33	62,97	0,3881
Tgn (°C)	27,70b	35,35a	31,52	14,50	0,0001
ITU	71,28b	74,31a	72,79	5,32	0,0001
ITGU	72,91b	81,95a	77,43	6,09	0,0001
CTR (W.m ⁻²)	496,48b	630,20a	563,34	11,76	0,0001

Médias, nas linhas, seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo Teste de Skott-knott, a 1% de probabilidade.

A temperatura média de 26,06°C, encontrada no tratamento com sombrite esteve dentro dos parâmetros considerados normais, segundo Baêta e Souza (1997) e Huber (1990) que consideram como zona de termoneutralidade para vacas holandesas, temperatura de bulbo seco entre 4 e 27 °C. De acordo com Silva (2000), temperatura de bulbo seco de 27°C, e indicada para bezerros jovens em crescimento. Contudo, a Tbs registrada para o ambiente ao sol, de 28,90°C, foi superior às referenciadas como confortáveis.

A umidade relativa do ar registrada em ambos os tratamentos, apresentou valores abaixo da faixa considerada de conforto para os animais que, segundo Baêta e Souza (1997),

seria entre 60 a 70%. Esses valores são característicos da época do ano em que foi realizado o estudo, meses de junho a setembro, época seca.

Contudo, esse fator pode não ter interferido no conforto térmico dos animais, devido às velocidades do vento encontradas, apresentando média geral de 6,33 km.h⁻¹ para os tratamentos com sombrite e o testemunha. Pires et al. (2003) afirmaram que, a velocidade do vento, ideal para vacas de leite encontra-se entre 5 a 8 km.h⁻¹. Tais valores também não foram diferentes, pois os piquetes estavam lado a lado.

A temperatura de globo negro (T_{gn}) indica além da temperatura do ar, os efeitos da energia radiante solar, terrestre e atmosférica do ambiente e o efeito da movimentação do ar ao redor da esfera. O valor obtido pode ser utilizado como um indicativo da carga térmica, recebida pelo animal do ambiente que o rodeia (SOUZA et al., 2002).

Os valores das T_{gn}, registradas nos dois tratamentos apresentaram diferença (P<0,01) significativa. Houve uma redução de 7,7°C, proporcionada pelo sombreamento com tela, em relação ao tratamento controle.

Valtorta et al. (1996), na Argentina, compararam ambientes sombreados por telas de polipropileno, oferecendo 80% de proteção contra raios solares, e sem sombreamento, durante o verão, e encontraram valores médios para a T_{gn} de 35,3°C ao sol e 30,2°C sob tela; enquanto Yamamoto et al. (1994) em Hiroshima, também utilizando tela de polipropileno com grau de proteção de 80%, estudando duas estações do ano, encontraram valores de T_{gn}, à sombra de 33,1°C e 29,2°C, e a o sol, de 39,6°C e 29,6°C, para o verão e outono, respectivamente. Também na presente pesquisa, o efeito maior do sombreamento foi observado nos períodos mais quentes, embora os valores encontrados tenham sido inferiores aos citados por esses autores, sendo observados valores de 28°C à sombra e 35°C ao sol.

Segundo Armstrong (1994), o estresse térmico pode ser classificado, de acordo com o ITU, em ameno (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). De outra forma, IGONO et al. (1992) determinaram para vacas holandesas, na região central do Arizona (clima quente e seco), que os valores críticos mínimo, médio e máximo de ITU são de 64, 72 e 76 respectivamente. O ITU observado durante o período experimental, nas duas condições ambientais, representaram condições de estresse ameno, porém, o valor de ITU a sombra (71,28) foi significativamente menor ao que o ITU registrado ao sol (74,31).

Para Buffington et al. (1981), o ITGU é um indicador mais acurado do que o ITU, para vacas criadas a pasto em ambientes tropicais, com temperaturas elevadas e radiação solar intensa. Para bovinos, de acordo com o National Weather Service – 1976 (EUA) citado por Baêta (1997), valores de ITGU de 74 define situação de conforto para bovinos; de 74 a 78,

situação de alerta; valores de 79 a 84 caracterizam uma situação perigosa, e acima de 84, emergência. No período experimental, observou-se que o ITGU mostrou condições de conforto no tratamento com sombrite, apresentando valor de 72,91, enquanto que para os animais do tratamento controle, o valor registrado de 81,95 caracterizando uma condição de desconforto térmico que, segundo a referência pode ser classificada como, uma situação de perigo para bezerras.

Campos et al. (2005), comparando diferentes tipos de cobertura para abrigos de bezerros, no período de outono-inverno, encontraram valores de ITGU, em pleno sol, de 78,46, para pleno sol, e 74,92 sob tela de polipropileno malha de 50% de proteção. Tais valores foram próximos aos valores encontrados neste trabalho. Barbosa et al. (2004) trabalhando com vacas holandesas, registraram valores máximos de ITGU sob tela de 80% de proteção, de 88,00 contra, 95,01 ao sol.

A Carga Térmica Radiante (CTR) é um índice de conforto térmico muito utilizado nos estudos de avaliação do ambiente físico, para a utilização com animais e esta intimamente ligada às trocas térmicas entre o animal e o ambiente, que segundo Silva (2000), em muitos casos, fazem a diferença entre um ambiente tolerável ou insuportável. Verificou-se nesse estudo diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,01$), sendo encontrados valores de 496,48 e 630,20 $W.m^{-2}$, para tratamentos com sombrite e ao sol, respectivamente. Salla (2009), em trabalho realizado com novilhas mestiças Holandês x Zebu, manejadas em pastejo rotacionado em diferentes estações do ano, verificou no período de inverno, valor de CTR de 685,26 $W.m^{-2}$ ao sol e de 467,88 $W.m^{-2}$ para sombrite.

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) nos horários do dia para os valores do Tbs, Tgn, ITU, ITGU e CTR (Tabela 3), nos ambientes estudados.

TABELA 3 - Valores médios de Temperatura de Bulbo Seco, Temperatura de Globo Negro, Índice de Temperatura e Umidade, Índice de Temperatura de Globo e Umidade e Carga Térmica Radiante, para os tratamentos, nos diferentes horários do dia.

Tratamentos	Horários					
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
Temperatura de Bulbo Seco (°C)						
Sombrite	21,25dA	25,30bcA	29,04aB	30,01aB	29,00abB	22,75cdA
Ao Sol	23,43cA	27,87bA	32,15aA	34,31aA	32,63aA	23,00cA
Média	22,36	26,58	30,60	32,16	30,82	22,88
C.V. (%)	17,35	11,72	10,51	8,19	8,93	18,83
Temperatura de Globo Negro (°C)						
Sombrite	23,14cB	26,45bcB	31,02abB	32,00aB	30,43abB	23,31cA
Ao Sol	28,49cA	34,70bA	41,26aA	42,81aA	40,09aA	24,84dA
Média	25,82	30,58	36,14	37,41	35,26	24,08
C.V. (%)	20,95	12,67	10,35	9,93	10,27	19,57
Índice de Temperatura e Umidade (ITU)						
Sombrite	66,38cA	71,13bB	74,50abB	75,31aB	73,75abB	66,75cA
Ao Sol	68,75cA	73,88bA	78,13aA	80,38aA	77,88aA	67,00cA
Média	67,57	72,51	76,32	77,85	75,82	66,88
C.V. (%)	7,11	4,34	4,54	3,92	4,33	7,15
Índice de Globo Negro e Umidade (ITGU)						
Sombrite	68,50cB	72,06bcB	76,56abB	77,44aB	75,25abB	67,63cA
Ao Sol	74,81cA	81,88bA	88,87aA	90,18aA	86,44abA	69,31dA
Média	71,65	76,97	82,72	83,81	80,85	68,47
C.V. (%)	8,03	5,01	4,87	4,72	5,44	7,28
Carga Térmica Radiante (W.m ⁻²)						
Sombrite	462,38bB	488,37bB	529,38aB	543,13aB	507,06aB	448,63bA
Ao Sol	546,18cA	651,38bA	729,25aA	719,50aA	660,68bA	473,87dA
Média	504,28	569,87	629,32	631,32	583,87	461,25
C.V. (%)	12,06	8,96	11,14	13,06	10,76	8,24

Médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Skott-knott, a 1% de probabilidade, sendo consideradas para comparação, letras minúsculas nas linhas e letras maiúsculas nas colunas.

A temperatura de bulbo seco foi maior para tratamento testemunha, nos horários das 12h, 14h e 16h, diferindo-se estatisticamente ($P < 0,01$) do tratamento com sombreamento artificial, sendo observado como horário mais quente do dia às 14:00. Porém, a elevação de temperatura de bulbo seco às 14h foi menor para o tratamento com sombra, em relação ao ambiente não sombreado apresentando uma diferença de 4,30°C.

Em comparação aos horários de coleta, a Tbs em ambos os tratamentos, não diferiram entre si nos horários das 12h, 14h e 16h e nos horários das 8h e 18h.

Para o tratamento com sombreamento artificial, a Tbs permaneceu dentro da faixa de termoneutralidade nos horários das 8h, 10h e 18h, registrando valores de 21,2°C, 25,3°C e 22,7°C, respectivamente. Entretanto, para o tratamento controle a Tbs se manteve dentro da faixa de termoneutralidade apenas às 8h e 18h, registrando valores de 23,4°C e 23,0°C. Já nos outros horários houve redução da temperatura, mas permanecendo acima da faixa de termoneutralidade.

Segundo Baêta e Souza (1997) a faixa de termoneutralidade para vacas leiteiras, está entre 10°C a 26°C. Para Roenfeldt (1998) a zona de termoneutralidade é delimitada pelas temperaturas de 5 e 27°C. Já para Huber (1990) a temperatura crítica superior seria 28°C.

As temperaturas de globo negro, nos diferentes ambientes, diferiram entre si, nos horários da 8h, 10h, 12h, 14h e 16h, não diferindo estatisticamente ($P > 0,01$) no horário das 18h, apresentando valores superiores para ambiente testemunha em relação ao ambiente sombreado ($P < 0,01$).

Em trabalho realizado por Conceição (2008) com diferentes coberturas de abrigos para novilhas leiteiras, encontrou às 14h valores da temperatura de globo negro de 35,7°C e 37,6°C, para cobertura com tela de polipropileno 80% e o testemunha em pleno sol, respectivamente, apresentando uma diferença menor do que a observada neste estudo, em que os valores encontrados, foram de 32,0°C e 42,8°C para à sombra e ao sol, respectivamente.

À temperatura de globo negro no tratamento controle não diferiu estatisticamente entre os horários das 12h, 14h e 16h, registrando valores de 41,3°C, 42,8°C e 40,1°C, respectivamente, sendo observado os maiores valores à 14h. Neste horário a diferença encontrada entre os ambientes foi de 10,8°C a mais na Tgn no tratamento testemunha, provavelmente em virtude desta variável computar a radiação solar direta. No tratamento com sombreamento artificial, no horário das 14h foi aferida a maior temperatura, registrando valor de 32,0°C. Às 12h, 14h e 16h não houve diferença estatística ($P > 0,01$) sendo registrados valores de 31,0°C, 32,0°C e 30,4°C, respectivamente.

Verificando a amplitude da diferença entre os horários das 8h e 14h, nos diferentes ambientes, observou-se um aumento mais acentuado na T_{gn} entre esses horários para o ambiente ao sol (14°C) em relação ao piquete sombreado (8,9°C), o que denota a eficiência do sombreamento na manutenção da temperatura do ambiente mais favorável.

Houve diferença do ITU entre os tratamentos estudados nos horários das 10h, 12h, 14h e 16h, sendo superiores para o ambiente ao sol em comparação ao sombreado. No piquete sombreado, entretanto, o ITU não deferiu estaticamente entre os horários das 10h e 12h; 12h, 14h e 16h; com elevações menores nos valores do índice.

Contudo, no piquete ao sol, os horários das 12h, 14h e 16h apresentaram os maiores valores do ITU, com elevações mais expressivas entre esse período e os horários das 8h e 10h.

As 8h, 10h e 12h, os valores registrados para o índice de temperatura e umidade (ITU), foram respectivamente, 66,4, 71,1 e 74,5, para o tratamento com sombrite, mostrando que nestes horários os valores registrados não representaram situação de estresse, que segundo Baêta e Souza (1997) valores de até 74, representa situação de equilíbrio para animais. Apenas às 14h foi encontrado um ITU de 75,3, representando situação de cautela, de acordo com mesmos autores. Voltando às 16h e 18h, a situação de equilíbrio, registrando valores de 73,7 e 66,7, respectivamente.

Entretanto, para o piquete testemunha, o ITU aumentou de 68,7 às 8h, atingindo o valor de 80,4 às 14h, reduzindo gradativamente para 67,0 às 18h. Segundo Hahn (1985), um valor de ITU igual ou menor que 70 indicam condições normais não estressantes, entre 79 a 83, situação de perigo e um valor acima de 83 já constitui uma situação de emergência.

Azevedo et al. (2005) estimaram valores críticos superiores de ITU de 80, 77 e 75 para vacas dos grupos genéticos 1/2, 3/8 e 7/8 Holandês x Zebu, respectivamente.

Para o ITGU houve diferença entre os tratamentos em todos os horários do dia, exceto às 18h, o que demonstra a importância exercida pela radiação solar sobre o ambiente e, conseqüentemente, sobre os animais. A diferença entre os ambientes verificada às 8h provavelmente se deve ao efeito da radiação solar sobre o ITGU e o ambiente, sendo observados valores de 68,5 e 74,8, respectivamente para o ambiente à sombra e ao sol.

O ITGU mostrou condições de conforto nos horários das 8h, 10h e 18h, no tratamento com sombrite, registrando valores de 68,5, 72,1 e 67,6, respectivamente. As 10h, 12h, 14h foram registrados valores de 76,6, 77,4 e 75,3, respectivamente, sendo esses valores considerados por Baêta e Souza (1997) como de alerta.

Para os animais do tratamento controle, foram registrados valores elevados, e que representam, segundo Baêta e Souza (1997), situação crítica para os animais, sendo

encontrados valores de 90,2 às 14h, retornando a uma condição favorável somente às 18h, confirmando que o período da tarde foi o mais severo para os animais em termos de desconforto térmico.

Segundo Souza et al. (2002), valores de ITGU acima de 84 caracterizam situação de emergência para bovinos. Broshet al. (1998), avaliando vacas mestiças, durante o verão, avaliaram o efeito do sombreamento com tela 70% de proteção e encontraram valores de ITGU 72,6 pela manhã e 80,4 à tarde a sombra, enquanto que ao sol os valores foram 83,9 e 90,4 pela manhã e a tarde, respectivamente.

A Carga Térmica Radiante (CTR) foi afetada significadamente pelo horário das coletas, diferindo estatisticamente ($P < 0,01$) em todos os horários, exceto às 18h.

Verificou-se que, o efeito do sombreamento artificial foi mais evidente nos horários em que radiação solar e a TBs foram mais intensas. As maiores diferenças observadas na CTR estão nos horários das 12h e 14h, quando foram registrados valores de 529,4 e 729,3 $W.m^{-2}$, para os tratamentos com sombrite e testemunha (12:00), e valores de 543,1 e 719,50 $W.m^{-2}$ (14:00), respectivamente.

Conceição (2008) trabalhando com novilhas em sistema a pasto, com acesso a sombra, proporcionada pelo sombrite de tela de polipropileno com 80% de proteção, e animais sem acesso a sombra, registrou valores de CTR de 652,1 e 586,7 $W.m^{-2}$, no horário de 12h para tratamento sem sombra e com sombreamento e valores de 639,0 e 594,9 $W.m^{-2}$ às 14h, respectivamente.

O tratamento com sombrite proporcionou uma redução de 32,47%, na carga de calor sobre os animais em relação ao tratamento testemunha. BACCARI JR. (2001) mostrou que o sombreamento pode reduzir a CTR de 30 a 50%.

4. CONCLUSÕES

O uso do sombreamento artificial promoveu melhor conforto térmico no sistema de manejo a pasto, em relação ao tratamento ao sol, em virtude da menor carga térmica de radiação.

O sombreamento proporciona melhora nos índices de conforto e temperaturas ambientais, resultando em menores níveis de estresse térmico à pasto.

Mesmo com o oferecimento de sombra proporcionada pelo sombrite, o horário das 14h foi o mais crítico para todos os animais, registrando valores mais elevados para TBs, Tgn, ITU, ITGU e CTR. Contudo no tratamento testemunha esses valores se mostraram bem mais elevados, sugerindo um maior desconforto para esses animais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS, R.A.; MADERB, T.L.; ESCOBAR, P.C. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo Del ganado bovino de carne y leche. **Archivo de Medicina Veterinaria**, v.40, n. 12, p. 7-22, 2008.

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

AZEVEDO, M. PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO, I.B.M.; MONTEIRO, J.B.N.; MORATO, L.E. Estimativa de níveis críticos superiores do Índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.200-208, 2005.

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

BAETA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.

BARBOSA, O.R.; BOZA, P.R.; SANTOS, G.T.; SAKAGUSHI, E.S.; RIBAS, N.P. Efeito da sombra e da aspersão e água na produção de leite de vacas da raça holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.1, p.115-122, 2004.

BLANCANEUX, P.; CARVALHO JÚNIOR, W.; MOTTA, P.E.F.; CARVALHO FILHO, A.; PEREIRA, N.R.; CHAGAS, C.S. **Sistemas pedológicos no cerrado de Goiás: Município de Silvânia, Região Centro-Oeste do Brasil**. Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

BROSH, A.; AHARONI, Y.; DEGEN, A.A. et al. Estimation of energy expenditure from heart rate measurements in cattlemaintained under different conditions. **Journal of Animal Science**, v.11, n.5, p.2671-2677, 1998.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black Globe-Humidity Index (BGHI) a confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, 24:711-714, 1981.

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

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

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

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino estatístico, **Revista Symposium**. Lavras, v.6, p.36-41, 2005.

HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environment. In: YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press,. v.2, p. 151-174,1985.

HUBER, J.T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress térmico. In: **Bovinocultura Leiteira**. FEALQ, 1990. p.33-48.

IGONO, M.O.; BJTVEDT, G.; SANFORD - CRANE, H.T. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holsteins cows in desert climate. **Journal Biometeorology**, v.36, p.77-87, 1992.

MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JR., H.; SILVA, S.L.; TITTO, E. A. L. Resposta Fisiológica e Produtiva de Vacas Holandesas em Lactação Submetidas a Diferentes Ambientes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.181-191, 2004.

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

NÄÄS, I. A.; SEVEGNANI, K. B.; MARCHETO, F.G.; ESPELHO, J.C.C.; MENEGASSI, V.; SILVA, I. J.O. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betume, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.121-126, 2001.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; CROMBERG, V.U. Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar dos animais em sistema de pastejo rotacionado. In: **Fundamentos do Pastejo Rotacionado**, FEALQ: Piracicaba, SP, p 273-296, 1997.

PEREIRA, P.L.; BENEDETTI, E.; GUIMARÃES, R.A. **Avaliação técnica do modelo de produção de leite a pasto da fazenda experimental do Glória da FUNDAP/UFU, no ano agrícola 2000/ 2001**. Uberlândia:[s.n.], 2002. CD-ROM.

PIRES, M.F.A; CAMPOS, A.T. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. In: RESENDE, H;CAMPOS, A. T.; PIRES, M.F. A (Orgs). **Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira**, 1ed, Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite. 2003, v.1, 250p.

ROENFELDT, S. You can't afford to ignore heat stress. **Dairy Manage**, v.35, p.6-12,1998.

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

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

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

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

SOUZA, C.F., TINÔCO, I.F.F. BAÊTA, F.C.; FERREIRA, W.P.M.; SILVA, R.S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.1, p.157-164, 2002.

THOM, E.C. Cooling degress: day air-conditionig, heating and ventilating. **Transaction of the American Society of Heating**, v. 55, n. 7, p. 65-72, 1958.

VALTORTA, S.E., GALLARDO, M.R., CASTRO, H.C., CASTELLI, M.E. Artificial shade andsupplementation effects on grazing dairy cows in Argentina.**Transaction of the American Society ofEngineering**, v.39, p.233-6, 1996.

YAMAMOTO, S.; YOUNG, B.A.; PURWANTO, B.P.; NAKAMASU, F.; MATSUMOTO, T. Effect of solar radiation don de heat load of dairy heifers. **Australian Journal Agricultural Research**, Collingwood, v. 45, p. 1741-1749, 1994.

**CAPITULO 3 – VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO DE BEZERRAS
CRUZADAS $\frac{1}{2}$ HOLANDÊS X $\frac{1}{2}$ JERSEY COM SOMBREAMENTO A PASTO**

1 INTRODUÇÃO

A busca por maior produtividade e por alternativas que diminuam os custos de produção, tem sido uma das maiores preocupações do setor agropecuário, como consequência da grande competitividade e da queda nas margens de lucro. Nesse contexto, o desempenho animal vem sendo amplamente estudado, principalmente por estar intimamente ligado à lucratividade do setor pecuário. O conhecimento dos fatores que interferem na curva de crescimento dos animais de produção, em diferentes grupos genéticos, permite a compreensão das variações no desempenho, nas exigências nutricionais, entre outros (MACITELLI et al., 2005)..

O ambiente tem grande influência sobre a fisiologia animal. Neste ambiente encontram-se os elementos climáticos como: temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento, que são reunidos em uma única variável, a temperatura efetiva (BAÊTA e SOUZA, 1997).

Quando a temperatura efetiva está acima da zona de conforto térmico dos animais, intervalo em que não há esforço dos mecanismos termorreguladores para dissipação ou retenção de calor, ocorre um excedente de calor produzido em relação ao dissipado, causando aumento da frequência respiratória, temperatura corporal e sudorese, além de redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água (RODRIGUES et al., 2010). Estas condições caracterizam o estresse calórico e afetam diretamente o desempenho dos bovinos (PIRES et al., 1999).

A frequência respiratória de vacas leiteiras em repouso varia entre 26 e 35 movimentos respiratórios por minuto (REECE, 2006). Para Hahn e Mader (1997), frequência respiratória em torno de 60 mov.min⁻¹ indica animais em situação de conforto sob o ponto de vista térmico, acima de 120 mov.min⁻¹ os mesmos estão sob carga excessiva de calor, sendo que acima de 160 mov.min⁻¹, encontra-se em situação de emergência ou estresse severo.

Sob estresse pelo calor, a frequência respiratória começa a elevar-se antes da temperatura retal (SILVA et al, 2009), pois, nessas condições, os bovinos aumentam a sua frequência respiratória para perder calor, visando evitar o aumento da temperatura corporal (FERREIRA et al., 2006). Segundo Robertshaw (2006), a temperatura corporal normal de vacas leiteiras pode variar de 38,0 a 39,3°C.

A medida da temperatura retal orienta a determinação do equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo, sendo essa medida usada frequentemente como índice de adaptabilidade (FERREIRA et al., 2006).

Num ambiente quente, o principal processo físico de dissipação do calor é a evaporação, que pode ser realizada pelas vias respiratórias ou pela sudção. A sudção pode ser considerada a via mais importante de perdas por evaporação, pois, através dela, o animal dissipa o excesso de calor com o menor dispêndio de energia (SOUZA et al., 2009).

A temperatura da superfície corporal é dependente das condições climáticas do ambiente, sendo influenciada pela temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e também pelas condições fisiológicas como vascularização e sudção (CUNNINGHAM, 1999). Para Collier et al. (2006), a temperatura de superfície acima de 35°C é o suficiente para que haja trocas térmicas, utilizando a condução como um mecanismo eficiente de troca.

O ganho de peso é um fator que pode ser afetado pelas condições ambientais adversas ocasionando perdas na produção e produtividade individual de cada animal, e por consequência de todo o rebanho, resultando em limitação no crescimento (SANTOS, 1999).

Uma alternativa utilizada para evitar ou amenizar o estresse térmico causado pela radiação solar é o uso de sombreamento, que diminui a incidência da radiação direta, beneficiando o conforto térmico, favorecendo o controle homeotérmico e o comportamento de pastejo (TITTO, 2007). O sistema de produção de leite a pasto está em expansão no Brasil, por ser um sistema em que os custos são sensivelmente reduzidos quando se consegue manter os rebanhos produtivos a base de pastagem, utilizando-se recursos forrageiros de boa qualidade (SILVA et al., 2008).

Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o efeito do sombreamento artificial (sombrite) sobre as respostas fisiológicas de termorregulação: temperatura retal, frequência respiratória, temperatura de superfície corporal e taxa de sudção bem como o desempenho animal, por meio do ganho de peso, de bezerras leiteiras criadas a pasto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido na propriedade Kiwi Agropecuária, localizada na Rodovia GO 430 km 21 à direita, município de Silvânia-GO, localizada a 16°29'18" de latitude sul e, 48°49'27" de longitude oeste, a 983 metros de altitude.

O clima da região segundo KÖPPEN é do tipo AW, clima tropical de savana, com temperaturas do mês mais frio superior a 18°C e do mês mais quente superior a 22°C. O mês mais seco apresenta menos de 60 mm de precipitação. Há predominância de duas estações bem distintas quanto à precipitação pluviométrica: um período chuvoso que se estende, na região, de outubro a abril; e um período seco, de maio a setembro, em que são mínimos os índices pluviométricos (BLANCANEUX, et al., 2007).

O período experimental teve duração total de 115 dias, de junho a setembro de 2011, sendo sete dias, destinados à adaptação dos animais ao manejo experimental.

2.2 Animais

Foram utilizadas 16 bezerras mestiças ½ Holandês x ½ Jersey, nascidas na própria fazenda, com idade média de 3,6 ±0,8 meses de vida e peso inicial médio de 93,2 ±2,0 kg/PV (peso vivo). Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos dois tratamentos, por meio de sorteio de suas identificações, totalizando oito repetições por tratamento.

2.3. Piquetes

Os animais foram manejados sob pastejo rotacionado em faixas, o qual consistiu em ofertar apenas a faixa de pasto a ser consumida pelo animal durante o dia. Foram utilizados cinco piquetes de 0,30 ha, para a acomodação dos dois tratamentos, correspondendo a uma

área de 0,15 ha para cada um. A pastagem era formada por pastagem Tifton 85 (*Cynodon spp*) consorciado de aveia preta (*Avena strigosa*), irrigada por pivô em dias alternados no período noturno.

A divisão foi feita com cerca elétrica móvel, com fita eletroplástica, sustentada por estacas móveis fixas ao solo, as quais eram movimentadas diariamente, para dispor a faixa de pasto a ser consumida pelas bezerras. Foi disponibilizada uma área média de pasto de 8 m².animal.dia.

2.4 Alimentação

Além da pastagem, as bezerras foram suplementadas com uma dieta a base de silagem de milho, levedura de cana, milho em grão, casca de soja, farelo de soja e núcleo mineral, fornecida uma vez ao dia, no período da manhã. As rações foram fornecidas na forma de mistura completa, sendo as quantidades ajustadas mensalmente de maneira a compor 1,5% do PV (peso vivo), em relação à média do grupo.

A água foi fornecida *ad libitum*, em bebedouros coletivos de plástico, com capacidade de 100 litros, regulando a vazão por bóia plástica.

2.5 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos: 1- PC – Piquete Controle: ausência de sombreamento artificial, com exposição direta ao sol, 2 - PS – Piquete Sombreado: presença de sombreamento artificial, sendo malha de polipropileno, com 80% de proteção.

O experimento teve duração total de 115 dias, no período de junho a setembro de 2011. As coletas de dados foram realizadas a cada sete dias, tendo os dias como repetição, totalizando 16 repetições.

O sombreamento artificial móvel foi construído com cobertura de tela preta de fibra sintética de polipropileno, denominado comercialmente de sombrite, confeccionada para fornecer 80% de proteção contra a radiação solar direta. A cobertura foi sustentada sobre uma

estrutura de tubos de PVC PN 75 soldável, unidos por conexões e colados com cola própria para esse material. A estrutura era aberta nas laterais, sendo posicionada sempre na orientação leste-oeste. As dimensões do sombrite foi de 4 metros de comprimento, 3 metros de largura e 2 metros de altura, proporcionando uma área de 1,5 m².animal⁻¹.

2.6 Variáveis ambientais

As variáveis ambientais temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa (UR) e velocidade do vento (v) foram mensuradas a cada sete dias, às 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 16:00 e 18:00 horas.

Em cada tratamento foi instalado um termohigrômetro digital THG 312, marca Oregon Scientific, com uma faixa de medição de temperatura externa de -50°C a 70°C e temperatura interna -5°C a 50°C, ambas com precisão: $\pm 1^\circ\text{C}$ e faixa de medição da umidade de 25 % a 95% (precisão: $\pm 1\%$), a uma altura de 1,5 m do solo, para mensurar a temperatura de bulbo seco (Tbs) e umidade relativa do ar (UR).

A velocidade do vento foi mensurada utilizando-se um termo-anemômetro digital, modelo LM-8000 da Lutron, com medição da velocidade do vento de 0,4 a 30,0m/s (Precisão: $\pm 3\%$ da escala). A velocidade do vento foi coletada em três pontos distintos dentro de cada piquete, tomando-se a média como o valor do horário.

2.7 Variáveis fisiológicas

Os parâmetros fisiológicos analisados foram temperatura retal, frequência respiratória, temperatura de superfície corporal e taxa de sudação. As variáveis fisiológicas foram coletadas em todos os animais, a cada sete dias, duas vezes ao dia, às 9:00 e às 14:00 horas, considerado como o horário de menor e maior desconforto térmico, segundo Ferreira et al. (2006).

A temperatura retal foi mensurada com termômetro clínico digital, permanecendo no reto do animal por aproximadamente dois minutos. A medida de frequência respiratória foi realizada pela contagem visual dos movimentos respiratórios na região do flanco, durante 10

segundos, e multiplicado por seis para obter os movimentos respiratórios por minuto. A temperatura superficial foi coletada na região do dorso-lombar, costado e garupa, realizada por meio de termômetro de infravermelho, com mira laser, distante cerca de 50 cm, sendo, posteriormente, obtida a média das três temperaturas para o cálculo da temperatura superficial por animal (Figura 4).



FIGURA 4 – Coleta da temperatura superficial com termômetro de infravermelho na região dorso-lombar.

No período da tarde foi determinada a taxa da sudação (TS), em todos os animais de cada tratamento, pelo método colorimétrico de Schleger e Turner (1965), adaptado por Silva (2000). Essa metodologia consiste em aplicar em uma região de 9 cm² no franco do animal, a aproximadamente 30 cm da região dorsal, previamente depilada e limpa, discos de papel filtro Whatnam, número 1, de 0,5 cm de diâmetro embebidos em solução de cloreto de cobalto hexa hidratado e secos ao ar livre e, em seguida, na estufa a 90°C até atingir a cor azul violácea. Após a secagem, três discos foram fixados com fita adesiva transparente tipo “Durex”, em lâmina de microscopia e conservados em frasco hermeticamente fechados contendo sílica Gel (Figura 5). Todos os discos foram preparados 24 horas antes de sua utilização. Após a aplicação da fita adesiva com discos na área depilada do animal, foi cronometrado o tempo, em segundos, gasto por disco para mudança da cor azul violácea para rosa claro (Figura 6).

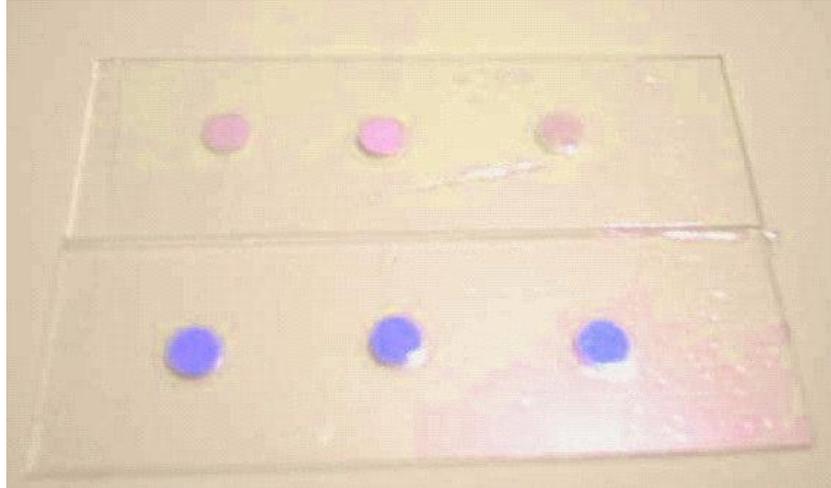


FIGURA 5 - Discos de papel, tratados com solução de cloreto de cobalto hexa hidratado, montados sobre lâmina de microscopia e fixados com fita adesiva transparente: a) rosa claro = após o uso; b) azul violácea = antes do uso.

Os valores médios dos tempos de viragem registrados representam observações correspondentes aos três discos, sendo em seguida, aplicados na seguinte fórmula:

$$TS = 38446,6019 / t \quad (1)$$

em que:

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

t = tempo médio, em segundos, para mudança de cor nos três discos de papel.



FIGURA 6 – Aplicação dos discos de papel sob a pele depilada do animal.

Para que não ocorressem alterações fisiológicas, devido à movimentação dos animais, estes foram contidos aos pares no próprio piquete, ao qual foi adaptada uma seringa móvel, ligada a um brete confeccionado em metalon, fixo ao solo com arcos de ferro, (Figura 7).



FIGURA 7 – Brete móvel utilizado para coleta das variáveis fisiológicas.

Todas as variáveis fisiológicas foram coletadas a cada sete dias, totalizando 16 dias de coletas.

2.8 Avaliação do Consumo

Para avaliar a oferta de forragem, foram realizadas estimativas da disponibilidade de forragem antes e após a saída dos animais de cada piquete, por meio da técnica do quadrado, proposta por Camargo e Novo (2009). Um quadrado de metal medindo 0,25 x 0,5m (0,125 m²), era lançado aleatoriamente, em cada um dos piquetes experimentais. Posteriormente, era realizado o corte da pastagem que se encontrava dentro da área do quadrado. O corte do pasto era realizado rente ao solo, manualmente, com auxílio de máquina de tosquia elétrica. As

amostras foram coletadas em seis pontos aleatórios, e após o corte a amostra era pesada, anotada e uma subamostra retirada para se determinar o teor de matéria seca (MS) e realização da análise de composição bromatológica.

A ração suplementar era pesada diariamente, no momento do fornecimento, respeitando uma proporção média de 5,500 kg.animal.dia, não permitindo sobras nos cochos de alimentação. Amostras da dieta foram coletadas a cada 30 dias, no início e final de cada mês do experimento, para posterior secagem e cálculo da ingestão de matéria seca (kgMS.animal.dia).

Para a determinação do teor de matéria seca (MS) e valores nutricionais da pastagem e da ração total, foi realizada uma pré-secagem das amostras, em estufa de circulação forçada de ar, em temperatura de 65°C por 72h (CAMPOS et al., 2004). Em seguida, foi realizada a moagem do material em moinho de facas com peneira de 1 mm de diâmetro, sendo este material identificado e armazenado em potes herméticos. O material foi enviado ao Laboratório comercial certificado, para a realização das análises bromatológicas. A determinação dos teores de proteína bruta (PB) foi realizada de acordo com AOAC (1990), enquanto os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados, segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

A composição bromatológica da pastagem consumida, dos ingredientes da dieta e do suplemento concentrado, encontram-se na Tabela 4 e 5, respectivamente.

TABELA 4 - Composições bromatológica da pastagem de Tifton 85, consorciada com aveia preta, com base na matéria seca (MS), dos piquetes experimentais.

Composição Bromatológica*	Matéria Seca (%)
Matéria seca (MS)	31,2
Proteína bruta (PB)	16,1
Extrato etéreo (EE)	1,42
Fibra em detergente neutro (FDN)	64,6
Fibra em detergente ácido (FDA)	37,4

*Laboratório comercial certificado.

TABELA 5 - Percentual dos ingredientes e composição bromatológica da dieta e do suplemento concentrado, como porcentagem da matéria seca (MS).

Ingredientes	Matéria Seca (%)
Silagem de milho	46
Casca de soja	18
Levedura de cana	15
Milho/gérmen	11
Farelo de soja	9
Bovigold® (núcleo)	1
Composição Bromatológica*	
Matéria seca (MS)	87,8
Proteína bruta (PB)	17,4
Extrato etéreo (EE)	2,91
Fibra em detergente neutro (FDN)	45,7
Fibra em detergente ácido (FDA)	26,8

*Laboratório comercial certificado.

2.9. Avaliação do desempenho

O desempenho animal foi avaliado por meio do ganho de peso. As pesagens foram realizadas a cada 14 dias, sempre no período da manhã, após jejum de 12 horas. O peso foi mensurado em de balança eletrônica Filizolla© com capacidade de 2.000 kg, com precisão de 0,500 kg (Figura 8).

Posteriormente, foi calculado o ganho de peso diário (kg/dia). Foi calculada a conversão alimentar média, por meio da quantidade de alimento consumido em kgMS/grupo/dia, dividida pelo ganho de peso médio diário (kg/dia).



FIGURA 8 – Brete para pesagem dos animais em balança eletrônica.

Posteriormente, foi calculado o ganho de peso diário (kg.dia). Foi calculada a conversão alimentar média, pela quantidade de alimento consumido em kg MS.grupo.dia, dividida pelo ganho de peso médio diário (kg.dia).

3.0 Análises estatísticas

Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa SISVAR 5.1® (FERREIRA, 2005), sendo verificada a homogeneidade das variâncias, pelo teste de Hartley, e a normalidade dos resíduos, como premissas para aplicação da estatística paramétrica. Utilizou-se o teste de Skott-knott, para comparação das médias, considerando um nível de significância de 1%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, as médias diárias de temperatura ambiente (Tbs), umidade relativa (UR) e velocidade do vento (v) coletadas, estão apresentada na Tabela 6.

TABELA 6 - Médias dos valores de temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa (UR) e velocidade do vento (v), para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas.

Variáveis	Tratamentos		Média	C.V (%)	Prob. F
	Sombrite	Testemunha			
Tbs (°C)	26,01b	28,89a	27,48	13,29	0,0001
UR (%)	36,25	33,59	34,92	28,60	0,0670
v (km/h)	6,58	6,08	6,33	62,97	0,3881

Médias, nas linhas, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste Skott-knott, a 1% de probabilidade.

Baêta e Souza (1997) consideram que, para bovinos em lactação, as melhores condições climáticas se encontram na faixa de temperatura entre 10 e 27°C, para umidade relativa de 60 a 70% e, velocidade do vento entre 5 a 8 km.h⁻¹, possibilitando nestas condições maior perda de calor.

Apesar da temperatura ambiente registrada pelo tratamento com sombrite se encontrar dentro do limite favorável para os animais, a baixa de umidade relativa registrada no período, característica do período seco do ano, poderia interferir no conforto térmico desses animais. Entretanto, esses valores permaneceram dentro dos limites de normalidade.

Houve efeito significativo (P<0,01) nos tratamentos com sombrite e testemunha, para as diferentes variáveis fisiológicas, avaliadas na tabela 7, nas qual estão apresentadas as médias da temperatura retal, frequência respiratória e temperatura de superfície corporal, entre os tratamentos estudados.

Os valores médios de temperatura retal foram menores nos animais com acesso à sombra (39,01°C), do que aqueles mantidos no piquete testemunha, sem sombreamento (39,30°C). Entretanto, esses valores permaneceram dentro dos limites de normalidade. Conforme Pereira (2005) é admitido como normal uma variação entre 38 a 39,3°C para

bovinos em ambiente tropical, sendo que, animais jovens apresentam temperaturas corporais mais elevadas do que os adultos.

TABELA 7 - Médias de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura de superfície corporal (TSC) e taxa de sudação (TS), para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas.

Variáveis	Tratamentos		Média	C.V (%)	Prob. F
	Sombrite	Ao Sol			
TR (°C)	39,01b	39,30a	39,15	1,99	0,0001
FR (mov.min)	62,61b	66,71a	64,65	12,83	0,0001
TSC (°C)	31,09b	33,91a	32,49	14,58	0,0001
TS (g.m ⁻² .h ⁻¹)	331,61	343,09	337,35	48,14	0,7685

Médias, nas linhas, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste t, a 1% de probabilidade.

Os valores para temperatura retal apresentaram pouca variação numérica, contudo, pequenas alterações são suficientes para produzir nos animais reações fisiológicas importantes (SCHÄFHAUSER JR. et al., 1999), como o desencadeamento de mecanismos termorregulatórios para a dissipação do calor.

Foram observados valores de frequência respiratória menores nos animais com sombreamento, em relação aos mantidos no piquete ao sol, sendo os valores de 62,61 e 66,71 mov.min⁻¹, respectivamente. Silanilkove (2000) sugeriu uma classificação da condição do estresse térmico em bovinos através da frequência respiratória, onde os animais que apresentam uma taxa entre 40 a 60 mov.min⁻¹ se encontram em baixo estresse, de 60 a 80 mov.min⁻¹ em médio estresse, de 80 a 120 mov.min⁻¹ em alto estresse e acima de 120 mov.min⁻¹ em estresse severo.

Considerando essas referências, os animais em ambos os tratamentos passaram por período de estresse médio, sendo este maior nos animais mantidos ao sol, em relação aos que tiveram disponibilidade de sombra.

MARTELLO et al. (2004) avaliaram novilhas leiteiras expostas ao sol e a sombra e verificaram que, nos animais mantidos à sombra a frequência respiratória foi de 63,4 mov.min⁻¹, enquanto que para as novilhas expostas a radiação solar direta a frequência respiratória foi de 66,7 mov.min⁻¹. Esses valores ficaram bem próximos dos encontrados nesse trabalho.

Em relação à temperatura de superfície corporal, o valor de 33,91°C de temperatura da superfície corporal, encontrado para o tratamento a pleno sol, foi superior aos valores encontrados para o tratamento com sombreamento, que foi de 31,09°C. Porém, tais temperaturas não são indicativas de estresse. Pois os bovinos utilizam pouco, o mecanismo de condução como forma de troca de calor.

Para a taxa de sudação não houve diferença significativa ($P>0,01$) entre os tratamentos, sendo encontrados valores de 331,61 g.m⁻².h⁻¹ para os animais mantidos com sombreamento e, 343,09g.m⁻².h⁻¹ para aqueles do piquete controle. Esses resultados foram superiores aos observados por Silva et al., (1988) em gado Jersey, que observaram valores de 123,3 g.m⁻².h⁻¹. Finch et al. (1982), que avaliaram respostas sudativas, associadas a temperatura retal, de seis novilhos das raças Brahman (B), cruzas com Hereford-Shorthorn × Brahman (BX) e Shorthorn, na Austrália, encontraram os seguintes valores 294 g.m⁻².h⁻¹, 146 g.m⁻².h⁻¹ e 194 g.m⁻².h⁻¹, respectivamente.

Maia et al. (2005), estudando vacas Holandesas relataram que, a perda por evaporação cutânea corresponde de 20 a 30% do total de calor eliminado pelo organismo sob temperaturas entre 10 e 20°C. Entretanto, quando sob temperaturas superiores a 30°C, a evaporação cutânea torna-se o principal mecanismo de perda de calor, chegando a 85% do total, enquanto que os outros 15% corresponderam às perdas por evaporação respiratória.

Sendo assim pode-se verificar que as bezerras mantidas nos piquetes providos de sombra, obtiveram uma melhor condição de conforto térmico, comparado às bezerras contidas em piquetes desprovidos de sombra. Pois pode-se observar que, durante o trabalho, a frequência respiratória, a temperatura retal, temperatura de superfície corporal e taxa de sudação de animais mantidos à sombra, estiveram mais próximos das condições fisiológicas normais para a espécie bovina.

Foram observadas diferenças significativas entre os períodos da manhã (9:00) e da tarde (14:00), nos valores de frequência respiratória, temperatura retal e temperatura da superfície corporal ($P<0,01$), possivelmente em função dos valores mais elevados de temperatura do ar neste período (Tabela 8).

Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Barbosa et al. (2004), que não observaram diferenças nas TR e FR de vacas da raça Holandesa, mantidas ao sol ou à sombra, no período da manhã, a TR e a FR dos animais mantidos ao sol foram superiores aqueles à sombra.

TABELA 8 - Médias da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura de superfície corporal (TSC), nos períodos da manhã e tarde, para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas.

Variáveis	MANHÃ		TARDE		Média	C.V. (%)	Prob. F
	Sombra	Sol	Sombra	Sol			
FR	54,74a	56,27a	70,54b	77,24c	64,66	12,68	0,0001
TR	38,84a	38,94a	39,17b	39,66c	39,15	1,99	0,0001
TSC	28,07a	28,79a	34,13b	39,07c	32,49	14,22	0,0001

Médias, nas linhas, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste t, a 5% de probabilidade.

A FR apresentou valores médios mais elevados no período da tarde, 77,24 e 70,54 mov.min⁻¹, respectivamente para os animais ao sol e a sombra. Cunha et al. (2007), também encontraram resultados semelhantes em seus estudos com bezerros mantidos em abrigos móveis, sob sombrite (tela 70%) e a céu aberto, reportando uma diferença na FR no período da manhã de 26, 26, e 25 mov.min⁻¹, para abrigos móveis, sombrite e a céu aberto, sendo encontrado no períodos da tarde valores de 60, 49 e 91 mov.min⁻¹, para os tratamentos para abrigos móveis, sombrite e a céu aberto.

A elevação da temperatura ambiente nestes horários, fez com que os animais recebessem do ambiente, maior quantidade de calor, havendo a necessidade de dissipá-lo e, neste caso, o aumento da FR indica elevação na perda de calor por evaporação respiratória.

Apesar do aumento significativo na temperatura retal do período da manhã, em relação à tarde, o valor de 39,17°C, encontrado para os animais com acesso a sombra, se encontra dentro da variação fisiológica normal para bovinos leiteiros, conforme citado por Robertshaw (2006), como sendo de 38,0 a 39,3°C. No entanto, para os animais mantidos ao sol, a temperatura de 39,66°C observada no período da tarde ultrapassou o limite fisiológico, indicando que estes animais sofreram estresse térmico neste período, e que não foram hábeis na manutenção do equilíbrio térmico.

Houve um aumento da temperatura retal, entre a manhã e tarde, de 0,8°C nos animais ao sol enquanto que, para os animais com acesso a sombra essa diferença foi menor, sendo de 0,4°C, sugerindo uma maior proteção dos animais à carga térmica radiante, provida pelo uso do sombreamento.

Resultados corroborados por Cunha et al. (2007), que afirmaram que, de maneira geral, os bovinos apresentam temperaturas retais mais altas no período da tarde, em relação ao período da manhã. O que também pode ser confirmado com esse trabalho.

Em relação à temperatura de superfície corporal, houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre os períodos da manhã e tarde, sendo observadas temperaturas de 39,07 e 34,13°C, no período da tarde, para os animais ao sol e com acesso a sombra, respectivamente. Indicando que os animais expostos ao sol, possivelmente estejam sofrendo estresse pelo calor, o que, torna-se notável a maior absorção de carga térmica por esses animais.

Esses resultados demonstram que a exposição a pleno sol, devido à incidência de radiação solar direta, elevou a temperatura da superfície corporal em 10,9°C, comparado com o tratamento de sombreamento, onde houve um acréscimo de 6°C, entre os períodos da manhã e da tarde. A carga de energia radiante incidente no animal, em regiões tropicais, pode ser três vezes maior do que o total de calor endógeno produzido pelo próprio animal. Com isso, a absorção da radiação solar pelo animal e a temperatura ambiente podem aumentar a produção de calor metabólico, resultando em desconforto térmico (NAVARINI et al., 2009).

Embora tenham sido encontradas diferenças nas variáveis fisiológicas, não foram observadas diferenças significativas para o ganho de peso médio diário entre os tratamentos estudados ($P > 0,01$), contudo, os ganhos das bezerras com acesso à sombra foram numericamente superiores (0,705 kg.dia), àqueles obtidos pelas bezerras ao sol (0,658 kg.dia), conforme apresentados na Tabela 9.

TABELA 9 – Médias dos pesos inicial (PI) e final (PF) e ganho médio diário (GMD) nos diferentes tratamentos, com respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas.

Variáveis	Tratamentos		Media	C.V (%)	Prob. F
	Sombrite	Controle			
PI (kg)	92,7	93,7	93,2	-	-
PF (kg)	172,7	163,3	168,2	-	-
GMD (kg)	0,705	0,658	0,687	39,9	0,3335

Médias, nas linhas, seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste “t” a 1% de probabilidade.

Contudo, como apresentado na Figura 9, quando se compara os ganhos dentro de cada tratamento, separadamente, podemos observar que o grupo dos animais que tiveram acesso a sombra, foram mais homogêneos desde o início do experimento.

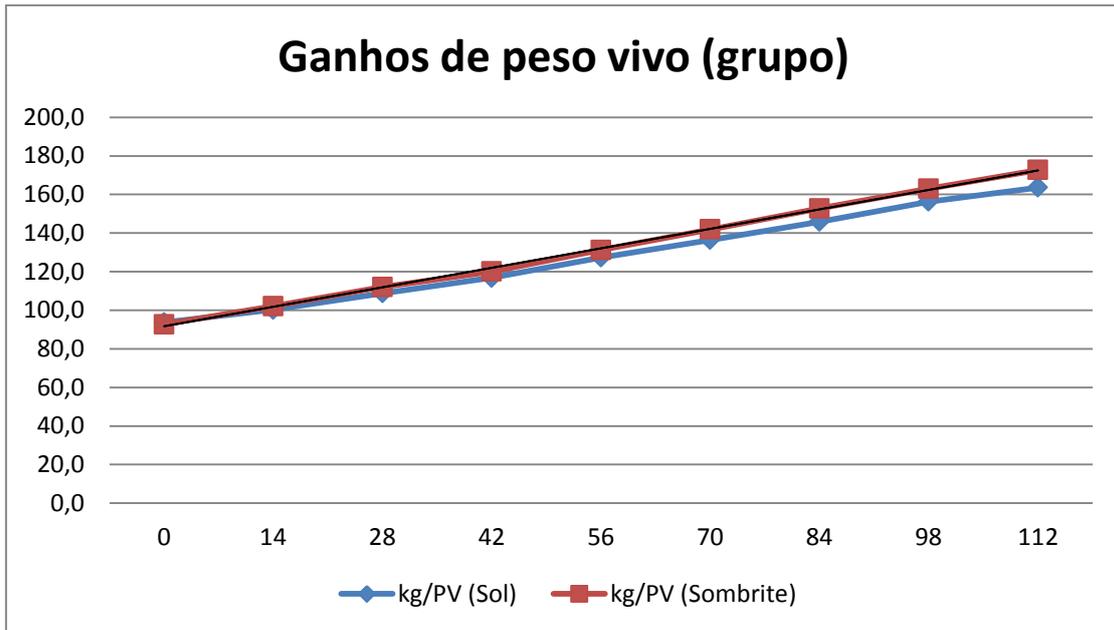


FIGURA 9 – Ganhos de peso vivo no período experimental, nos diferentes tratamentos.

O consumo de matéria seca total (CMST) médio dos animais mantidos em piquete sombreado foi de 6,327kg.MS.dia, enquanto que, os animais ao sol consumiram 6,277kg.MS.dia, em média. Segundo Lucci (1989), o consumo médio de matéria seca para animais leiteiros jovens é de aproximadamente 6,07 kg.MS.dia, valor este, condizente com o valor encontrado no presente trabalho para os animais mantidos sob sombreamento artificial.

TABELA 10 - Médias dos valores do consumo de volumoso (CV) e ingestão de matéria seca total (IMST), para os diferentes tratamentos, com os respectivos coeficientes de variação e probabilidade estatística.

Variáveis	Tratamentos		Média Geral	C.V	Prob. F
	Sombrite	Ao Sol			
CV(Kg/MS)	1.504a	1.404a	1.454	6,57	0,1727
IMST	6,327	6,277	6,302	-	-

Médias, nas linhas, seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste t a 5% de probabilidade.

De acordo com Mitlöhner et al. (2001), sob condições de estresse térmico, os animais reduzem o consumo de alimento, na tentativa de diminuir a taxa metabólica e a produção de calor endógeno.

Os ganhos de peso diários semelhantes observados neste estudo podem ser explicados pela manutenção da homeotermia, mesmo no piquete sem sombreamento artificial, fato corroborado pela não alteração das temperaturas retais, mantidas dentro do limite de normalidade fisiológica.

Neste estudo, pode-se inferir a ocorrência da adaptabilidade fisiológica nesses animais, sem, contudo refletir nos parâmetros de desempenho produtivo.

4. CONCLUSÕES

O uso de sombreamento artificial em piquetes, para a criação de bezerras leiteiras a pasto, se mostrou benéfico na redução da temperatura retal, da frequência respiratória e da temperatura da superfície corporal, especialmente nos períodos da tarde.

A amplitude de variação nos parâmetros fisiológicos temperatura retal, frequência respiratória e temperatura de superfície corporal, em relação aos períodos do dia, é menor quando os animais possuem disponibilidade de sombra.

As taxas de sudção de bezerras leiteiras, bem como os ganhos de peso diários, não foram influenciados pela presença do sombreamento artificial a pasto.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais e conforto térmico**. Viçosa: Ed. UFV, 1997. 246p.
- BARBOSA, O.R.; BOZA, P.R.; SANTOS, G.T.; SAKAGUSHI, E.S.; RIBAS, N.P. Efeito da sombra e da aspersão e água na produção de leite de vacas da raça holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n.1, p.115-122, 2004.
- BLANCANEUX, P.; CARVALHO JÚNIOR, W.; MOTTA, P.E.F.; CARVALHO FILHO, A.; PEREIRA, N.R.; CHAGAS, C.S. **Sistemas pedológicos no cerrado de Goiás: Município de Silvânia, Região Centro-Oeste do Brasil**. Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.
- CAMARGO, A.C.; NOVO, A.L.M. Manejo intensivo de pastagem. **EMBRAPA Pecuária Sudeste** – São Carlos, SP. 2009, 84p.
- CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p.
- COLLIER, R.J.; DAHL, G.E.; VANBAALE, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.89, p.1244-1253, 2006.
- CUNHA, D.N.F.V; CAMPOS, O.F.; PEREIRA, J.C. Desempenho, variáveis fisiológicas e comportamento de bezerros mantidos em diferentes instalações: época chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1140-1146, 2007.
- CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 454p.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino estatístico, **Revista Symposium**. Lavras, v.6, p.36-41, 2005.
- FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.
- FINCH, V.A.; BENNETT, I.L.; HOLMES, C.R. Sweating response in cattle and its relation to rectal temperature, tolerance to sun and metabolic rate. **Journal of Agricultural Science**, v.99, p.479-487, 1982.
- LUCCI, C. **Bovinos leiteiros jovens: nutrição, manejo, doenças**. São Paulo: Nobel; EDUSP, 1989. 371p.
- MACITELLI, F.; BERCHIELLI, T. T.; SILVEIRA, R. N.; ANDRADE, P.; LOPES, A. D.; SATO, K.J.; BARBOSA, J. C. Biometria da carcaça e peso de vísceras e órgãos internos de

bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes protéicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1751–1762, 2005.

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

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

MELLACE, E.M.; SILVA, I.J.O.; MOURÃO, G.B.; MIRANDA, K.O.S. Avaliação comportamental de novilhas leiteiras criadas a pasto expostas às diferentes áreas de sombreamento artificial. **THESIS**, São Paulo, ano V, n.11, p. 17-23, 2009.

MITLÖHNER, F.M.; GALYEAN, M.L.; PATTERSON, J.B. Effects of shade on heat stressed heifers housed under feedlot conditions. In: **BURNETT CENTER INTERNETPROGRESS REPORT Nº 11, February, 2001**. 10p.

NAVARINI, F.C. KLOSOWSKI, E.S.; CAMPOS, A.T.; TEIXEIRA, R.A.; ALMEIDA, C.P. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p. 508-517, 2009.

PEREIRA, J.C.C. **Fundamentos da Bioclimatologia aplicados a produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2005. 95 p.

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

REECE, W.O. Respiração nos mamíferos. In: REECE, W.O. (Ed.). **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 103-134.

ROBERTSHAW, D.Regulação da temperatura e o ambiente térmico. Cap. 55In: REECE, W.O. (Ed.). **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 897-908.

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

SANTOS, R. **Os cruzamentos na pecuária moderna**. [S.I]: Editora Agropecuária Tropical, 1999.

SCHAFHAUSER JR. J.; MANCIO. A.B.; SILVA, S.L. Reações fisiológicas ao ambiente, de novilhas de corte com diferentes composições corporais. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v. 5/6, n.1, p. 144-153.1998/1999.

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

SILVA, R.G.; ARANTES NETO, J.G.; HOLTZ-FILHO, S.V. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat characteristics of Jersey cattle. **Brazilian Journal of Genetics**, v.11, n.2, p.335-347, 1988.

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

SILVA, H.A.; KOEHLER, H.S.; MORAES, A.; GUIMARÃES, V.A.; CARVALHO, P.C.F. Análise da viabilidade econômica da produção econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região de Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p. 445-450, 2008.

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

SOUZA, R.R.; BORGES, D.P.; PEREIRA, S.A.; MORAIS, H.; PEREIRA, L.A.; NASCIMENTO, M.R.B.M. Características termorreguladoras de vacas leiteiras de diferentes grupos genéticos em ambientes tropical no verão. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá, **Anais...** Maringá, 2009. p. 14-17.

TITTO, C.G.; RAINERI, C.; GATTO, E.G.; LEME, T.M.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; MOURÃO, G.B.; TITTO, E.A.L. Comportamento de touros da Raça Simental a pasto com recurso de sombra. In: Reunión ALPA, 20, Reunión APPA, 30, Cusco-Perú, 2007, Cusco. **Archivos Latino Americano de Produccion Animal**. v.15 (Supl. 1) 2007; p.433-434.

6 COSIDERAÇÕES FINAIS

O sombreamento artificial é uma alternativa viável para criar bezerras a pasto, pois favorece a ocorrência de temperaturas ambientais e índices térmicos mais amenos.

O sombreamento artificial auxilia na manutenção da homeotermia pelo animal, reduzindo o uso de mecanismos de termorregulação e, conseqüentemente, aumentando a eficiência do uso da energia líquida de manutenção.

O principal benefício relacionado ao sombreamento de pastagem está na redução da carga térmica de radiação solar direta recebida pelos animais, observadas claramente pelos menores valores de CTR e das temperaturas de superfície corporal dos animais.