



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**



**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E
DESEMPENHO DE BOVINOS MESTIÇOS CONFINADOS
COM SOMBREAMENTO NATURAL E ARTIFICIAL**

SEBASTIÃO GARCIA NETO

CAMPINA GRANDE – PB

AGOSTO– 2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**



**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E
DESEMPENHO DE BOVINOS MESTIÇOS CONFINADOS
COM SOMBREAMENTO NATURAL E ARTIFICIAL**

SEBASTIÃO GARCIA NETO

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO

CAMPINA GRANDE – PB

AGOSTO – 2016

SEBASTIÃO GARCIA NETO

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E
DESEMPENHO DE BOVINOS MESTIÇOS CONFINADOS
COM SOMBREAMENTO NATURAL E ARTIFICIAL**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós Graduação em
Engenharia Agrícola da
Universidade Federal de Campina
Grande, para obtenção do título de
Mestre na Área de Concentração de
Construções Rurais e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO

Área de concentração: CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA

CAMPINA GRANDE - PB

AGOSTO– 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

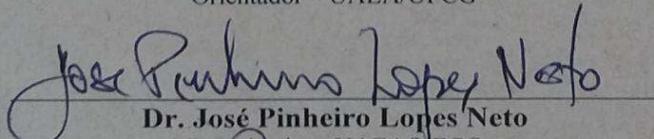
SEBASTIÃO GARCIA NETO

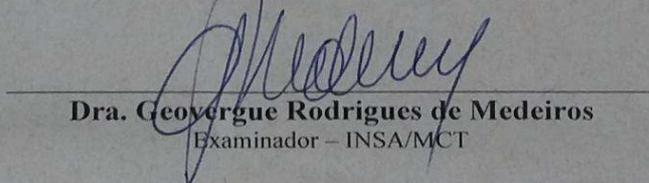
**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICO E DESEMPENHO DE
BOVINO MESTIÇO CONFINADOS COM SOMBREAMENTO NATURAL E
ARTIFICIAL**

APROVADA: 31 de agosto de 2016

BANCA EXAMINADORA


Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento
Orientador – UAEA/UFPG


Dr. José Pinheiro Lopes Neto
Examinador - UAEA/UFPG


Dra. Geovergue Rodrigues de Medeiros
Examinador – INSA/MCT

AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele.

Aos meus pais, Arnóbio e Maria, pelo amor, carinho, e dedicação que me possibilitou a vencer mais esta etapa de minha vida. Agradeço também as minhas irmãs, Ayranne e Erica, pelas palavras de incentivo em momentos difíceis. Muito obrigado por tudo, vocês são muito importantes para mim.

A minha noiva Priscila, pela compreensão nos momentos de angústia e ausência, por me dizer palavras de força sempre nas horas certas.

Aos demais familiares e amigos, pelo apoio, pelas palavras de incentivo, pelo carinho.

A meu professor e orientador José Wallace pela paciência, pela confiança, pelo apoio na conquista de mais esse sonho, minha eterna gratidão.

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

Aos amigos de turma, pela amizade, companheirismo durante os estudos, Joab, Patrício, Elizângela, Luanna Amado, Ariadne e todos os outros, por todos os bons momentos em sala de aula, no campo ou no laboratório.

A Valeriano Valente por ter aberto as portas de sua fazenda para a realização desse trabalho, sem em nenhum momento titubear, em relação aos gastos extras, mudança de manejo e todos os problemas que um experimento pode trazer em uma propriedade comercial, com o simples e único propósito de ajudar, fica registrado minha eterna gratidão.

A todos os Funcionários e amigos da fazenda, em especial a Silvio e seu Carlos pelo tempo de convivência e pela ajuda no experimento.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que direta ou indiretamente participaram desse projeto.

RESUMO

A bovinocultura de corte é uma atividade de muita importância para o Brasil, que conta com o maior rebanho comercial do mundo. A busca por técnicas que venham a minimizar o estresse causado pelos efeitos climáticos, melhorar as condições fisiológicas do rebanho e alterar o comportamento de ingestão de alimentos e água, aumentando o desempenho dos animais seja ele para corte ou leite. O uso do sombreamento pode ser utilizado como uma ferramenta de manejo na minimização do estresse térmico em bovinos. Os prejuízos ocasionados pelo clima, principalmente pelo estresse calórico, se tornarão ainda mais preocupantes no futuro, em decorrência dos efeitos notórios do aquecimento global, que vem ameaçando os sistemas de produção agropecuários. O objetivo desse trabalho foi avaliar que tipo de sombreamento proporcionou melhores índices de conforto térmico por meio de respostas fisiológicas dos animais, para bovinos criados em sistema de confinamento e conseqüentemente o ganho em produção em carne. O estudo foi realizado na fazenda Passagens, localizada no município de Itatuba-PB. Foram selecionados 30 bovinos mestiços da raça nelore, divididos em seis currais. Os tratamentos foram a pleno sol, sombra artificial com uso de sombrite e sombra de árvores. Durante o experimento foram coletadas as variáveis ambientais: Temperatura ambiente, Umidade Relativa, Temperatura de globo negro, Velocidade do vento ($m s^{-1}$). Posteriormente, calcularam-se os índices: Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e Carga Térmica de Radiação. Foram coletadas as variáveis fisiológicas: frequência respiratória, temperaturas superficiais e temperatura retal. Os ambientes com sombra artificial e natural apresentaram melhoras significativas ($P < 0,05$) nas variáveis ambientais e índices de conforto térmico, refletindo positivamente no índice produtivo (ganho de peso). O índice que apresentou maior correlação com as variáveis fisiológicas foi o ITGU, que no caso apresentou-se boa parte acima de 84 que é considerado como caso de EMERGÊNCIA em relação ao bem-estar dos animais, mas estando em todos os tratamentos já nas primeiras horas do dia em ALERTA. Os animais criados no tratamento Árvore apresentaram um ganho de peso maior que os demais em torno de 10,1% a mais. Os animais com acesso a sombra natural conseguiram o peso de abate com 52 dias. A sombra se torna uma boa alternativa para aumentar a produção de carne no confinamento e principalmente torna melhor o ambiente em que os animais são criados.

Palavras-chave: bovinos, estresse térmico, ganho de peso, sombreamento

ABSTRACT

The beef cattle industry is a relevant activity in Brazil, which has the largest commercial herd in the world. The search for techniques able to minimize the stress caused by climatic effects becomes necessary to improve the physiological conditions of the herd and alter the behavior of food and water intake, increasing the performance of the animals both for beef and milk. Shading can be used as a management tool to minimize thermal stress in cattle. The damages caused by the climate, especially by heat stress, will become even more worrisome in the future, due to the notorious effects of global warming, which has threatened the agricultural production systems. This study aimed to evaluate which type of shading would provide better thermal comfort indexes, through animals' physiological responses, for cattle raised in a confinement system and, consequently, for gain in meat production. It was carried out at the *Passagens* farm, located in the municipality of Itatuba, Paraíba State, Brazil. Thirty crossbred Nelore cattle were selected and divided into six pens. The treatments consisted of full sun, artificial shade using sombrite, and shade of trees. During the experiment, the following environmental variables we collected: ambient temperature, relative humidity, black globe temperature, and wind speed ($m\ s^{-1}$). Subsequently, the Black Globe Temperature and Humidity Index (BGHI) and Radiation Thermal Charge Index were calculated. Respiratory rate, surface temperatures, and rectal temperature physiological variables were collected. The environments with artificial and natural shade showed significant improvements ($P < 0.05$) in the environmental variables and thermal comfort indexes, reflecting positively on the productive index (weight gain). The BGHI presented the highest correlation with the physiological variables, with most values above 84, which is considered as an EMERGENCY case, regarding animal welfare, but being already in ALERT in the first hours of the day, in all treatments. The animals submitted to the Tree treatment presented a higher weight gain (10.1% higher) than the other ones. The animals with access to natural shade achieved slaughter weight at 52 days. Thus, shade becomes a good alternative to increase meat production in confinement and especially makes better the environment in which animals are reared.

Keywords: cattle, shading, thermal stress, weight gain

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	II
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo geral	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1 Bovinocultura de corte	4
2.2 Confinamento de Bovinos	4
2.3 Bem-estar Animal	5
2.4 Conforto e estresse térmico	6
2.5 Sombreamento Natural e Artificial.....	9
2.6 Análise Ambiental.....	11
2.7 Índice de Conforto.....	11
2.8 Parâmetros Fisiológicos	12
2.9 Comportamento Ingestivo	16
2.10 Parâmetros Produtivos	16

3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Local do experimento	18
3.2	Dieta.....	19
3.3	Animais, tratamentos e estatística	19
3.4	Instalações do experimento e coleta de dados	20
3.5	Dados Meteorológicos	22
3.6	Parâmetros Fisiológicos	25
3.6.1	Temperatura Retal	25
3.6.2	Frequência Respiratória	25
3.6.3	Temperatura Superficial	26
3.7	Comportamento Ingestivo	27
3.8	Parâmetros Produtivos	27
3.9	Delineamento e período experimental	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÕES	43
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática simplificada das temperaturas ambientais críticas. Adaptado de Baêta e Souza (2010).....	8
Figura 2. Imagem de satélite da área onde o experimento foi realizado.....	18
Figura 3. Balança onde os animais foram identificados, vacinados e feita à pesagem (A); Brinco de identificação (B); Marcação feita com tinta spray (C)	20
Figura 4. Vista da estrutura de madeira com cobertura de malha de polipropileno a 80% (sombrite).....	21
Figura 5. Vista da árvore Umburana que possibilitará sombra para um dos tratamentos.....	22
Figura 6. Layout dos currais do experimento.....	22
Figura 7. Globos negros utilizados nos tratamentos.....	23
Figura 8. Microcontrolador: Placa Arduino Uno.....	24
Figura 9. Sensor de temperatura Lm35(A) e Sensor de temperatura e umidade DHT22 (B).....	24
Figura 10. Pontos de coleta das temperaturas superficiais dos animais.....	26
Figura 11. Médias da Temperatura Ambiente, Temperatura de Globo Negro e Umidade Relativa do Ar	30
Figura 12. Médias da velocidade do vento e do ITGU no local onde foi realizado o experimento.....	31
Figura 13. Valores do ITGU para os diferentes horários do dia, na condição de Sombrite, Árvore e Sol	32
Figura 14. Valores da carga térmica de radiação (CTR) para os diferentes horários do dia, na condição de Sombrite, Árvore e Sol.....	33
Figura 15. Média da temperatura retal, frequência respiratória e temperatura superficial dos bovinos nos diferentes tratamentos com relação ao ITGU.....	34
Figura 16. Linha de crescimento de peso dos animais em cada tratamento.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição dos ingredientes da dieta e a quantidade de ingestão dos mesmos pelos animais em cada horário.....	19
Tabela 2. Média da temperatura retal, frequência respiratória e temperatura superficial dos bovinos nos diferentes tratamentos.....	34
Tabela 3. Médias dos dados de comportamento: Tempo de alimentação, tempo de ruminação, tempo em ócio, defecação, micção e ingestão de água.....	36
Tabela 4. Média do peso inicial, peso médio final, ganho de peso médio diário, ganho de peso total no período experimental e rendimento de carcaça quente	39
Tabela 5. Ganho de peso total por animal, ganho de peso total do tratamento, rendimento em reais de cada tratamento e lucratividade em relação ao tratamento SOL.....	41

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte é uma atividade de muita importância para o Brasil, que conta com o maior rebanho comercial do mundo com mais de 211 milhões de cabeças (IBGE, 2012). No nordeste brasileiro a criação de bovinos, destinados ao mercado interno, vem crescendo nos últimos anos onde há 28 milhões de cabeças em dados levantados pelo IBGE (2012) representando 13,3% de todo o brasileiro. Entretanto, os sistemas de criação predominantes são caracterizados por baixos índices zootécnicos, em consequência da precária nutrição, dos problemas sanitários, do manejo ineficiente e do baixo potencial genético dos animais. No entanto a criação de bovinos de corte confinados e semiconfinados podem ser uma interessante alternativa para a pecuária da região.

Os ruminantes são animais homeotérmicos, e quando estão dentro da zona de conforto térmico usam o mínimo de mecanismos termorreguladores para manutenção da temperatura corporal. Na bovinocultura, a temperatura corporal ideal para o desenvolvimento e alta produtividade dos animais está entre 38°C e 39°C. Os efeitos do estresse térmico são consequências da ação de mecanismos fisiológicos de controle da temperatura corporal. Dentre esses mecanismos, os mais visíveis a campo são a diminuição da ingestão de alimentos, buscando produzir menos calor, sudorese, e o aumento no consumo de água.

O desempenho de bovinos, tanto para corte quanto para leite, varia de acordo com o ambiente térmico que lhe é imposto. Em regiões tropicais, o estresse térmico se apresenta como uma importante fonte de perda econômica no setor pecuário. E consequentemente, necessitam de decisões apropriadas de manejo do rebanho, nutrição, instalações, equipamentos e investimentos, visando à maximização da atividade.

A busca por técnicas que venham a minimizar o estresse causado pelos efeitos climáticos aos animais criados em sistema de confinamento, como também aos animais criados a pasto. Onde esse estresse ocasionado pelas altas temperaturas pode afetar as condições fisiológicas dos animais e, consequentemente, o comportamento de ingestão de alimentos e água, com isso aumentar o desempenho dos animais seja ele para corte ou leite. Além disso, a sociedade mundial está preocupada com os diferentes tipos de sistemas de produção, refletindo na escolha de alimentos oriundos de produção

sustentável, que visa condições favoráveis e de conforto e que estejam dentro dos padrões de bem estar animal (Nascimento et al., 2013).

O uso do sombreamento pode ser utilizado como uma ferramenta de manejo na minimizar do estresse térmico em bovinos. A sombra pode ser fornecida naturalmente ou de forma artificial, apresentando efeitos positivos na redução da temperatura retal e também na redução da frequência respiratória, conseqüentemente no ganho de peso ou na produção de carne e/ou leite. A sombra natural é mais comum em pastagens, não se existe conhecimento o uso de sombra natural em confinamentos, já em pastagens propicia conforto e bem estar térmico aos animais. Em confinamentos pode-se recorrer à sombra artificial, pois o plantio de árvores é impossibilitado por causa das estruturas ou enquanto as árvores ainda não exercem a função desejada. Os sombreamentos artificiais podem reduzir os efeitos da radiação solar direta sobre os animais. Para o planejamento dessas estruturas é necessário considerar os seguintes aspectos: orientação da instalação, espaço disponível e requerido pelos animais, altura, tipo de piso, ventilação, cochos para alimentação e fornecimento de água e sistema para manejo de dejetos.

Os prejuízos ocasionados pelo clima, principalmente pelo estresse térmico, se tornarão ainda mais preocupantes no futuro, em decorrência dos efeitos do aquecimento global que aumenta a cada ano, o qual vem ameaçando os sistemas de produção agropecuários. A busca por alternativas viáveis e a compreensão do funcionamento integrado dos sistemas de produção deverão estar aliados à dedicação de pesquisadores e produtores para assegurar a manutenção da atividade.

1.1.JUSTIFICATIVA

Essa dissertação considera o conforto animal como uma base para o aumento da produtividade bovina no semiárido. Quando os bovinos são criados confinados sem nenhuma disponibilidade de sombra em ambientes onde há temperaturas elevadas e essas instalações não são providas de técnicas para melhorar esse ambiente seja um simples sombrite ou em um sistema silvipastoril, o que esse ambiente caracterizado por ter altas temperaturas pode influenciar na produtividade animal e no comportamento do animal nos currais de confinamento. A prática de utilização de sombrite em sistemas de confinamento de bovinos de corte no Brasil não vem sendo adotada com frequência, principalmente na região Nordeste. Assim, durante o verão pode-se observar maiores casos de estresse térmico desses animais. A adoção de estruturas de sombreamento poder amenizar o impacto da carga de calor radiante sobre os animais.

Havendo o sombreamento desses currais proporcionarão melhor o ambiente para esses animais nos horários de maior radiação, pois o desempenho de bovinos varia de acordo com o ambiente térmico imposto, e que o estresse térmico se apresenta como uma importante fonte na diminuição da produção do setor pecuário, e necessita de decisões apropriadas para o manejo. Portanto estudar o uso de técnicas que minimizem o estresse causado pela radiação, assim podendo melhorar as condições em que esses bovinos são criados de forma que não afetem a fisiologia e comportamento dos animais, sem perdas no desempenho produtivo. E no confinamento situado na cidade Itatuba-PB, que está incluída na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro. As altas temperaturas podem influenciar no desempenho produtivo dos animais e o uso de sombras pode amenizar esses efeitos, por isso o estudo desse ambiente para quantificar o quanto essas sombras irão influenciar na produtividade desses animais criados no sistema de confinamentos em estudo fornecendo informações relevantes para o setor produtivo.

1.2.OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar que tipo de sombreamento estudado proporcionou os melhores índices de conforto térmico por meio de respostas fisiológicas dos animais e comportamentais para bovinos criados em sistema de confinamento e conseqüentemente o ganho que teve na produção desses animais.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os índices climáticos durante o período experimental;
- Avaliar o desempenho dos animais criados com sombreamento artificial, natural e a pleno sol;
- Mensurar e avaliar a frequência respiratória, a temperatura retal e a temperatura superficial dos animais de cada tratamento;
- Avaliar o ganho de peso diário e o ganho de peso total dos animais em cada tratamento.
- Calcular o índice de conversão alimentar dos animais em cada tratamento;
- Analisar se disponibilizando sombra aos animais criados em sistema de confinamento irá interferir no rendimento de carcaça.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. BOVINOCULTURA DE CORTE

A bovinocultura é uma das principais atividades produtivas do agronegócio brasileiro, proporcionando a maior renda obtida entre as cinco maiores cadeias produtivas agropecuárias estudadas (algodão, cana-de-açúcar, soja, pecuária de corte e de leite no Brasil) (CNA, 2012), sendo desenvolvida em todo o território nacional com 212,8 milhões de cabeças (IBGE, 2012), distribuídas em cerca de 2,67 milhões de estabelecimentos pecuários (IBGE, 2009). De acordo com Associação Nacional dos Confinadores (2014) existiam aproximadamente 4,16 milhões de cabeças de animais confinados no Brasil. Com este efetivo bovino, o Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo em número de cabeças, em número de abates e em produção de carne, e desde 2008 ocupa o primeiro lugar em exportações de carne bovina (MAPA, 2013). Mas, para que essa produção continue a crescer vários fatores devem ser considerados pelo produtor para não prejudicar ou causar danos aos animais e à atividade pecuária.

Para o Brasil, principalmente na região nordeste, o estresse térmico é um agravante à produção animal, onde são registradas altas temperaturas, consequência da elevada radiação solar, com alta amplitude anual na temperatura do ar (Souza et al., 2007; Azevedo et al., 2008; Façanha et al., 2010) e, na maioria dessa região, existem duas estações bem distintas, uma chamada estação seca, onde se registram altas temperaturas associadas à baixa umidade relativa do ar, e outra chuvosa, caracterizada por apresentar temperaturas mais amenas e uma umidade relativa do ar mais elevada.

Os bovinos, tal como outros ruminantes, são animais homeotérmicos, tendendo a manter a temperatura corporal constante através do fluxo de calor determinado por processos que dependem da temperatura e da umidade relativa do ar (Azevedo et al., 2008). As adversidades climáticas podem provocar alterações nos processos fisiológicos, como temperatura corporal e retal, frequência respiratória e cardíaca (Souza et al., 2007; Furtado et al., 2012) que podem ser mecanismos de avaliação direta da alteração do equilíbrio térmico do animal.

2.2. CONFINAMENTO DE BOVINOS

No Brasil, o confinamento de gado de corte se tornou expressivo a partir de 1980, com o fornecimento de alimentação, água e suplementos aos animais nos meses

de estiagem, ou seja, no período de declínio da produção (entressafra) das pastagens. O objetivo era de aproveitar o alto valor da carne bovina nesse período (Wedekinet al., 1994).

Uma das principais variáveis para o pecuarista avaliar os resultados do sistema de engorda em confinamentos é o ganho de peso, o que influencia diretamente na tomada de decisões desse sistema. Pois, os animais em confinamento atingem o peso ideal para abate com espessura mínima de gordura em menor tempo, o que os torna mais lucrativos (Souza et al., 2009).

O melhor período para o confinamento corresponde ao período de seca aonde o déficit de pastagens chega ao seu pico máximo e, além disso, os valores da arroba no período de seca são mais compensatórios, devido à menor oferta do produto (Dias Filho, 2011). O confinamento é uma técnica de produção de bovinos de maneira intensiva, é feita em piquetes bem delimitados onde água e ração são fornecidos no cocho (Quadros, 2005). Esses piquetes devem ser dimensionados respeitando um espaço mínimo para cada animal.

O sistema de confinamento é uma modalidade comumente aplicada à terminação de animais, ou seja, o acabamento de carcaça necessário para o abate (Euclides, 1996). No entanto, atualmente tem se utilizado o confinamento em fases diferentes da idade do bovino.

2.3.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).

O Farm Animal Welfare Council (FAWC, 2009) preconiza cinco princípios básicos (*Five freedoms* ou cinco liberdades) a serem atendidos em relação ao bem-estar animal: 1) garantir condições que evitem fome, sede e desnutrição; 2) garantir condições que evitem medo e angústia; 3) garantir condições que evitem desconforto físico e térmico; 4) garantir condições que evitem dor, injúrias e doenças; 5) garantir condições que permitam as expressões normais de comportamento.

Animais, comumente, se deparam com um ambiente complexo e, muitas vezes, precisam lançar mão de uma variedade de métodos para enfrentar os desafios; sejam

esses de caráter físico, social, parasitário, patogênico etc. As repostas a esses desafios podem envolver atividades em partes do cérebro e várias outras respostas endócrinas, imunológicas e comportamentais. Mesmo assim, se o animal não obtiver sucesso em driblar certas situações, ele provavelmente demonstrará sinais diretos de sua falência adaptativa e potencial, que por sua vez pode resultar em falência de crescimento, falência reprodutiva ou morte (Broom& Fraser, 2010).

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

A correta identificação dos fatores externos que influem 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 sustentabilidade e viabilidade econômica (Silvaet al., 2006).

O animal com uma boa saúde não é sinônimo de bem-estar, mas sim um de seus componentes, sendo que o estado caracterizado como saudável é uma condição essencial para um bom bem-estar animal (Mantecaet al., 2013).

O estresse é um dos principais parâmetros de avaliação do bem-estar animal (Goymann *et al.*, 2003). As medidas fisiológicas associadas ao estresse têm sido usadas baseadas em que, se o estresse aumenta, o bem-estar diminui. Já os indicadores comportamentais são baseados especialmente na ocorrência de comportamentos anormais, e daqueles que se afastam do comportamento no ambiente natural (Hötzel e Machado Filho, 2004).

2.4.CONFORTO E ESTRESSE TÉRMICO

Animais considerados homeotermos têm sua produtividade ótima quando se encontram em homeostasia. A submissão dos animais em ambientes com condições de temperaturas adequadas possibilita que os mesmos alimentem-se corretamente, convertendo esse alimento em produção. No período em que o animal está em homeostase, seu sistema termorregulador é praticamente inutilizado, tornando seu gasto energético de manutenção mínimo. Desta forma diz se que o animal esta dentro da faixa de

sua zona de conforto térmico, neste gradiente de temperatura ocorre à maior eficiência produtiva (Azevedo et al., 2005 & Bertoni et al., 2013).

Os bovinos são animais homeotérmicos, isto é, são capazes de manter a temperatura corporal independente das variações da temperatura ambiente, para isso o animal lança mão de mecanismos fisiológicos, metabólicos e comportamentais para manter sua temperatura corporal (Perissinoto, 2003).

Para que os animais possam exprimir todo o seu potencial produtivo, torna-se necessário considerar a relação existente entre genética, nutrição, sanidade e ambiente térmico. Este último, geralmente, engloba os efeitos da radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, sendo as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar, os principais condicionantes para conforto térmico e o funcionamento geral dos processos fisiológicos (Silva Filho, 2013).

A zona de conforto térmico para bovinos depende de vários fatores, como raça, idade, sexo e do grau de tolerância ao calor, que pode estar ligado às características corporais e aos fatores genéticos (Bianchini et al., 2006). Segundo Ferreira (2005) pode-se considerar, como zona de conforto térmico (ZCT) para zebuínos, temperaturas na faixa de 10 a 27 °C, sendo o limite crítico superior de 35 °C (Baeta & Souza, 2010), com umidade relativa do ar entre 50 e 70%.

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 (Navariniet al., 2009).

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).

Observando a Figura 1 que representa as faixas de temperatura que influenciam a homeostase do animal, verifica-se que a zona de conforto térmico é limitada pelas

temperaturas efetivas ambientais A e A'; a zona de moderado conforto ou de variação nula na produção de calor corporal B e B'; a zona de homeotermia pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos C e C'; e a zona de sobrevivência pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos D e D' (Baêta e Souza, 2010).

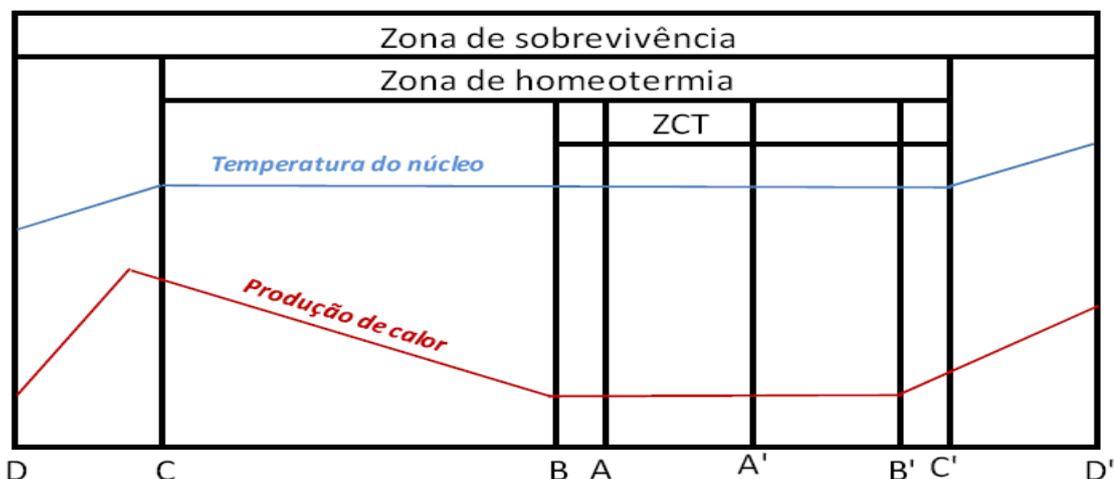


Figura 1: Representação esquemática simplificada das temperaturas ambientais críticas. Adaptado de Baêta e Souza (2010).

Quando a temperatura ambiente está acima da zona de conforto térmico, os animais podem entrar em hipertermia e, concomitantemente, inicia-se o aumento da perda de calor/ou diminuição da produção de calor corporal, cuja eficiência depende de vários fatores, tais como, características anatômicas, morfológicas e fisiológicas, podendo resultar em maior ou menor capacidade dos animais em dissipar calor. Independente do tipo de estresse sofrido, as vacas leiteiras buscam manter a homeotermia por meio de processos de transferência de energia térmica, seja pelos mecanismos sensíveis (condução, convecção e radiação) ou latentes (evaporação) (Almeida et al., 2010).

Glaiser (2008) avaliou aspectos comportamentais de bovinos das raças *Angus*, *Caracu* e *Nelore* em pastoreio, com recurso a sombra e água para imersão, e concluiu que os bovinos optaram por utilizar o sombreamento, só recorrendo à água para imersão como recurso secundário de proteção contra o calor. O menor nível de tolerância ao *stress* ocasionado pelo calor fez com que os animais menos adaptados ou com a termólise afetada procurassem estes recursos com maior frequência e intensidade, enquanto as raças mais adaptadas mostraram uma maior tolerância ao ambiente térmico quente.

A capacidade do animal de resistir aos rigores do estresse calórico tem sido avaliada fisiologicamente através da temperatura retal e da frequência respiratória, uma vez que a temperatura ambiente representa a principal influência climática sobre essas duas variáveis fisiológicas seguidas, em ordem de importância, da radiação solar, umidade relativa do ar e do movimento do ar (Pereira et al., 2011).

O estresse calórico acontece quando as altas temperaturas aliadas à alta produção de calor metabólico resultam em um estoque de calor corporal excedente, e o animal não consegue eliminar esse excedente para o ambiente (Azevedo e Alves, 2009).

2.5.SOMBREAMENTO NATURAL E ARTIFICIAL

O fornecimento de sombra é um cuidado básico e de fundamental importância para amenizar os efeitos da radiação solar e por interferir em outros elementos climáticos como a temperatura e umidade, podendo ser fornecido de maneira natural ou artificial, observando-se maior ou menor conforto em função da qualidade da sombra, na área disponível por animal ou na época do ano (Ferro, 2015).

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 (Marqueset al., 2007).

O fornecimento de sombra garante a redução da carga térmica, proporcionando um ambiente mais fresco durante as horas mais quentes do dia (Conceição, 2008).

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 proporcionar condições adequadas de criação, visando a aperfeiçoar a produção e a atender às demandas de mercado. No sistema à pasto de criação de bovinos, o sombreamento artificial é um recurso que contribui para o provimento do bem-estar animal (Navariniet al., 2009).

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.

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).

Hahn (1985) recomenda uma altura de pé direito com 3,6 a 4,2 m das instalações para os animais em áreas com tardes com céu limpo e ensolaradas, permitindo uma maior circulação de ar fresco. Em áreas com tardes nubladas, a altura das sombras de 2,1 a 2,7 m são mais eficazes para limitar a radiação solar difusa recebida pelos animais. Arias *et al.* (2008) referem que a altura deve ser entre os 2,5 e 4 m para assim existir espaço suficiente para a circulação de ar sob a estrutura de sombreamento, o que está de acordo com a justificação referida por Hahn (1985), embora os intervalos de alturas recomendados não sejam coincidentes.

Um dos fatores preponderantes é o sombreamento nos currais, segundo Quintiliano (2007), uma pesquisa com novilhas mostra que o ganho médio com sombreamento é 20 % maior que com animais expostos ao sol ininterruptamente.

Os sistemas agroflorestais compreendem um conjunto de técnicas alternativas de utilização dos recursos naturais nos quais o componente arbóreo é associado a cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma superfície. E essa arborização tem sido apontada como fator que provoca um decréscimo na carga térmica radiante que incide sobre o solo e sobre os animais, proporcionando a redução no aquecimento corporal e facilitando a termorregulação (Silva et al., 2008, Salla et al., 2009) e, assim, favorecendo o bem estar animal. O efeito benéfico da disponibilidade de sombra para os animais de produção baseia-se na melhoria de suas condições fisiológicas, como: frequência respiratória, temperatura retal e batimentos cardíacos. Também podem ser

observados efeitos sobre os comportamentos de consumo, ócio e ruminção do animal. Além disso, podem ocorrer consequências mais acentuadas sobre o desempenho produtivo animal quando a tolerância dos animais a elevadas temperaturas é menor (Martello et al., 2004). Minimizar efeitos prejudiciais ao sistema produtivo é uma preocupação constante de produtores, principalmente as variáveis climáticas consideradas responsáveis pelo estresse térmico. O provimento de sombra para bovinos leiteiros, independente do estágio fisiológico ou categoria animal, é imprescindível para garantir conforto térmico, bem-estar animal e maior produtividade (Souza et al., 2010).

2.6. ANÁLISE AMBIENTAL

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).

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).

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).

2.7. ÍNDICE DE CONFORTO

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foi desenvolvido por Buffington et al. (1981), como um índice de conforto térmico para vacas leiteiras expostas a ambientes com radiação solar direta e indireta. O ITGU é um índice considerado mais preciso que o ITU para exprimir o desconforto térmico, devido incorporar os efeitos de umidade, do escoamento do ar, da temperatura do bulbo seco e da radiação. Este índice foi proposto com base no ITU, pela inclusão da temperatura de globo negro (TGN) em lugar da tbs, resultando na equação: $ITGU = 0,72 (t_{gn} + t_{bn}) +$

40,6 onde tgn e a temperatura de globo negro e tbm a temperatura de bulbo molhado, ambas em °C.

Temperaturas retais e taxa respiratória de vacas leiteiras são diretamente relacionadas com o ITGU, enquanto a produção de leite e a eficiência reprodutiva estão inversamente relacionadas.

De acordo com o NationalWeather Service (EUA), apud (Baêta; Souza, 1997), os valores de ITGU até 74 definem condição de conforto para os bovinos, entre 75 e 78 a situação é de alerta, entre 79 a 84 caracterizam perigo e, acima deste, a situação é de emergência.

A Carga Térmica de Radiação (CTR) é um índice que combina a energia térmica radiante, procedente do meio ambiente em todas as direções possíveis, a temperatura do ar e a velocidade do vento, dando assim uma medida do conforto térmico, desde que se suponha não haver trocas térmicas por evaporação entre o ambiente e o animal (Conceição, 2008). A Carga Térmica Radiante engloba a radiação incidente no corpo, e não considera a troca líquida de radiação entre o corpo e o meio circundante (Silva, 2000).

Segundo Kelly et al. (1954), a carga térmica de radiação (CTR) expressa a radiação incidente no globo negro a partir de diferentes porções da vizinhança (superfície inferior do telhado, céu frio, horizonte, piso sombreado e não sombreado). Isso depende dos materiais usados e da geometria da construção e é dada por:

$$CTR = \sigma (TRM)$$

Onde:

CTR – carga térmica de radiação, Wm^2

σ – constante de Stefan Boltzmann, $5,67 \cdot 10^{-8} K^{-4}$

TRM – temperatura radiante média, K.

Onde:

$$TRM = 100 \{ 2,51 v^{1/2} (TGN - TAR) + (TGN/100)^4 \}^{1/4}$$

v – velocidade do vento, $m s^{-1}$;

TAR – temperatura bulbo seco.

O Vento é o movimento do ar na atmosfera oriundo das diferenças de pressão atmosférica. As causas dessas diferenças de pressão estão relacionadas com a radiação solar e os processos de aquecimento de massas (Ferroet al., 2010). A radiação solar é convertida em quatro formas diferentes: interna, geopotencial, latente e cinética. A energia interna é a energia proveniente do movimento molecular (ou calor); a energia geopotencial é incrementada quando o ar se resfria e desce em direção à superfície terrestre; a energia latente é representada pela energia estocada na atmosfera no vapor de água; a energia atmosférica total é a soma das três formas acima, contudo, uma parte da mesma é convertida em energia cinética, a qual resulta no deslocamento de massas atmosféricas. Há uma constante transformação de uma forma de energia em outra na atmosfera (Silva, 2008).

2.8. PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

Se a temperatura do ar está muito elevada, há um aumento no esforço animal para perder calor, para que não haja aumento na temperatura do corpo e em algumas situações, os mecanismos de termorregulação podem não ser suficientes para evitar a elevação da temperatura retal, superficial e da frequência respiratória (Furtado et al., 2012).

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 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).

Segundo Conceição (2008), os efeitos do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de bovinos leiteiros, como a frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura de superfície (TS), têm sido bastante estudados, principalmente para animais em lactação como uma forma de caracterizar situações de estresse. A maioria das espécies de animais homeotermos utiliza a frequência respiratória como meio

evaporativo de perda de calor a fim de manter a homeotermia cada vez que a temperatura ambiente ultrapasse os limites desejáveis (Brown-Brandlet al., 2003).

O aumento da frequência respiratória e na ofegação são mecanismos fisiológicos importantes para a dissipação de calor nessa espécie. No entanto, estes mecanismos de calor demandam energia, resultando no aumento de manutença diária de bovinos de leite de 7 para 25%, o que também resultará em produção de calor (Columbiano, 2007).

Segundo Ferreira et al (2006), a frequência respiratória normal em bovinos adultos varia entre 24 e 36 movimentos respiratórios por minuto, mas pode apresentar valores mais amplos, entre 12 e 36 movimentos por minutos. Sob estresse térmico, a frequência respiratória começa elevar-se antes da temperatura retal e, geralmente observa-se taquipneia (aumento da frequência respiratória) em bovinos em ambientes com temperatura elevada. Ainda de acordo com Ferreira et al (2006), a frequência cardíaca está sujeita a variações intrínsecas e extrínsecas. As intrínsecas caracterizam-se pelas respostas aos exercícios físicos, medos, excitação, estado fisiológico e produção de leite e os fatores extrínsecos são atribuídos ao ambiente, como condições climáticas, principalmente temperatura e umidade do ar, radiação solar, velocidade do ar, estação do ano, hora do dia, densidade e sombreamento.

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

A temperatura retal é um dos parâmetros que mais se aproxima da temperatura corporal dos animais. É utilizado para identificar se há variações, pois seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia, ou seja, se está havendo acúmulo de calor interno.

Segundo Medeiros et al. (2007), nos animais que são normalmente ativos durante o dia, há uma variação da temperatura retal, que é mínima pela manhã e máxima no período da tarde. Porém, sob estresse térmico, principalmente no período da tarde, a variação da temperatura retal é marcante, evidenciando neste período uma hipertermia. Tal fato faz com que a temperatura do ar à tarde venha a ser a origem da temperatura retal elevada nos trópicos, principalmente no verão. Por isso pode ser utilizada para avaliar o nível de estresse térmico pelo animal durante esse período.

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 ineficientes (Martello, 2006).

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

De acordo com Martello (2006), valores de temperatura superficial para bovinos entre 31,6 e 34,7°C não indicam sofrimento por estresse térmico em ambientes climatizados. Silva (2008) relatou que em razão das diferenças na atividade metabólica dos diversos tecidos, a temperatura não é homogênea no corpo todo e varia de acordo com a região anatômica. As regiões superficiais apresentam temperatura mais variável e mais sujeitas às influências do ambiente externo.

Para Collier, Dahl & Vanbaale (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, umidade relativa do ar, velocidade do ar e também pelas condições fisiológicas como vascularização e sudação (Ferreira et al., 2006).

Animais de raças zebuínas apresentam maior número de glândulas sudoríparas e de maior tamanho que bovinos europeus, os quais são capazes de regular melhor a temperatura corporal em resposta ao estresse térmico do que os taurinos, recorrendo assim ao aumento da sudação que neles é bem maior que nas raças europeias apenas sob temperaturas extremas (Vilela, 2008).

A temperatura de pelame depende principalmente das condições ambientais de umidade, temperatura do ar, vento, e das condições fisiológicas, como vascularização e evaporação pelo suor. Assim, a temperatura de superfície contribui para a manutenção

da temperatura corporal mediante trocas térmicas com o ambiente em temperaturas amenas (Bertipaglia et al., 2008).

2.9. COMPORTAMENTO INGESTIVO

O estudo do comportamento ingestivo dos bovinos é uma ferramenta de grande importância para o desenvolvimento de modelos que sirvam de suporte à pesquisa e possibilitem ajustar técnicas de alimentação e manejo para melhorar o desempenho zootécnico dos animais. A probabilidade de o alimento ser ingerido pelo animal depende da ação de fatores que interagem em diferentes situações de alimentação, comportamento animal e meio ambiente (Pereira et al., 2009).

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação de dietas possibilitando, assim, ajustar o manejo alimentar de ruminantes para obtenção de um desempenho melhor. O conhecimento do comportamento ingestivo dos bovinos leiteiros pode ser utilizado pelos produtores para maximizar a produtividade, garantindo melhor saúde e, conseqüentemente, maior longevidade aos animais (Albright, 1993).

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, por possibilitar ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo (Mendonça et al., 2004). Segundo Dado et al. (1995) o comportamento ingestivo do animal é constituído pelos tempos de alimentação, ruminação, ócio, eficiência de alimentação e ruminação. O comportamento ingestivo pode influenciar a digestão dos alimentos e sua taxa de passagem pelo trato gastrintestinal dos ruminantes. Porém, os animais podem alterar seu comportamento ingestivo, modificando um ou mais dos seus componentes para superar condições limitantes ao consumo e obter a quantidade de nutrientes necessária (Rocha Neto et al., 2012).

2.10. PARÂMETROS PRODUTIVOS

O desempenho animal é determinado pelo consumo de nutrientes, sua digestibilidade e metabolismo e entre os fatores que determinam a qualidade dos alimentos, sendo o consumo de nutrientes o fator de maior importância, com influência direta sobre o desempenho animal (Detmann et al., 2008).

O ganho de peso pode ser afetado pelas condições climáticas adversas, ocasionando perdas na produção e produtividade individual de cada animal e, por consequência, de todo o rebanho (Furtado et al., 2012).

Para se obter alta confiabilidade nas informações, faz-se necessário estabelecer metodologias a serem utilizadas, sendo um fator muito importante, o intervalo de tempo entre as observações, uma vez que a observação visual contínua dos animais é um processo que necessita de muita mão-de-obra, tornando-se impraticável quando se deseja observar um número elevado de animais (Silva et al., 2005).

O comportamento animal e sua acomodação às condições do ambiente são determinados pela espécie, raça, idade, estado nutricional, sanitário e pelo conforto. O animal procura condições que lhe são benéficas, escolhendo entre várias opções, a que demanda menor consumo de energia. Pouco se conhece sobre o efeito que a ausência do condicionamento ambiental no comportamento de bovinos leiteiros e de que forma a alteração do comportamento pode afetar atividades como pastejo, ruminação e, conseqüentemente, a produção de leite (Matarazzo, 2004; Perissinotto, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi desenvolvido na fazenda Passagens, localizada no município de Itatuba, estado da Paraíba, 7°22'21''Sul, 35° 37'56'' Oeste. O município de Itatuba está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca. Itatuba encontram-se numa altitude média 117 m, com clima tropical e estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: As) temperatura média anual de 25,2°C, com precipitação média anual são de 431,8mm (AES/A). No período do experimento a fazenda estava com sistema de produção intensiva confinando 1300 animais, que permaneciam em currais com 1400 m² de área, providos de cocho, bebedouro. E foi disponibilizado uma área próxima e esse confinamento para a execução do experimento como pode ser observado na Figura 2.



Figura 2: Imagem de satélite da área onde o experimento foi realizado (Google Earth, 2016)

3.2. DIETA

A dieta dos animais foi composta por silagem de milho e sorgo, cana *in natura*, farelo de milho, refinazil, cevada, salgadinho, uréia e concentrado comercial. A composição dos ingredientes da dieta e quantidade ingeridos em cada horário está representada na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS, %), nutrientes digestíveis totais (NDT, % MS), proteína bruta (PB, % MS) referentes à formulação da ração utilizada e quantidade fornecida por tratamento em cada arraçoamento

Ingredientes	Composição			
	MS (%)	NDT (% MS)	PB (% MS)	Peso (kg)
Cana de açúcar	28,7	63,6	2,4	85
Silagem de milho e sorgo	33,8	57,1	6,9	55
Refinazil	78	73,4	23,1	82
Farelo de milho	91,6	86,4	9,8	22
Cevada úmida	22	76,8	29,2	50
Salgadinho de milho	92	92	8,4	3,3
Uréia	98,1	98,1	281	1,2
Mineral	99,2	99,2	-	1,5
Total				300

A ração foi oferecida três refeições diárias (7, 13 e 17 horas) colocando 300 quilos em cada horário, por dia eram consumidas 900 quilos de ração no total. No dia seguinte antes de colocar a primeira refeição, se observavam se havia ração nos cochos, caso ainda houvesse a mesma era retirada e posteriormente pesada, a fim de saber o quanto de ração o tratamento consumiu em 24 horas.

Para a mistura dos ingredientes da ração foi usado uma vagão misturador modelo totalmix da marca CASALE. Esse misturador possui uma balança eletrônica no qual facilitou a pesagem dos ingredientes. No experimento a água foi fornecida à vontade durante todo período experimental. Essa água foi medida com o uso de um hidrômetro instalado na tubulação que levava a água para os cochos.

3.3. ANIMAIS, TRATAMENTOS E ESTATÍSTICA

Foram utilizados 30 animais mestiços da Raça Nelore, no qual não se conhecia o grau sanguíneo dos mesmos, os animais foram oriundos de uma fazenda no estado do Maranhão onde sabe que os Touros reprodutores eram animais de meio sangue da raça

Nelore e as fêmeas eram mestiças Nelores, mas sem padrão genético da raça. Os animais estavam com peso médio inicial de 376kg com uma desvio padrão de ± 6 kg.

Os animais foram divididos aleatoriamente em três grupos: animais criados a pleno sol; com disponibilidade de sombra natural; e com sombra artificial. Esses animais foram identificados por meio de brincos enumerados. Os animais também foram identificados na região do flanco, pintando com uma tinta spray um número para que facilitasse a identificação do animal a uma distancia maior, a fim de evitar que o animal ficasse estressado com a presença de pessoas próximo a eles. Sempre que era feita a pesagem desses animais se repetia essa pintura para manter ela com fácil visualização. Todos os animais foram vacinados, vermifugados e feito o controle de endo e ectoparasitas.

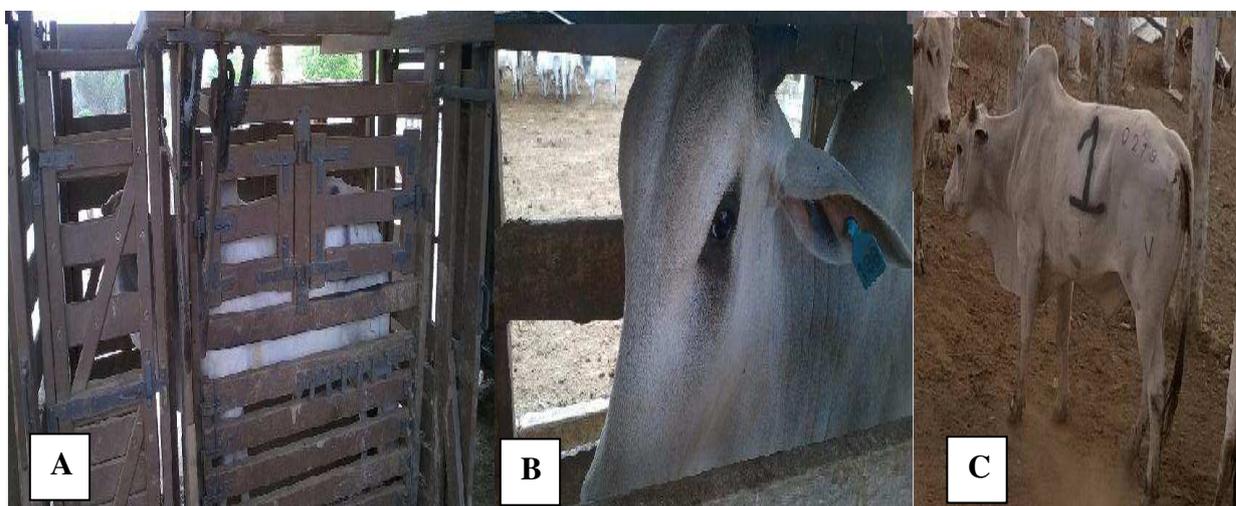


Figura 3: Balança onde os animais foram identificados, vacinados e feita à pesagem (A); Brinco de identificação (B); Marcação feita com tinta spray (C).

Nesse trabalho foram utilizados três tratamentos:

SOL - Ambiente sem nenhum tipo de sombreamento (Testemunha);

SOMBRITE - sombreamento em malha de polipropileno, com 80% de proteção;

ARVORE - sombreamento natural ocasionado pela copa da árvore;

3.4. INSTALAÇÕES DO EXPERIMENTO E COLETA DE DADOS

A área experimental foi constituída de seis currais com orientação Norte-Sul e com as seguintes dimensões: 13x18 metros, o que equivalente a 234m² de área cada curral. Dois currais foram providos de sombreamento artificial utilizando-se como

material de cobertura a malha de polipropileno, com 80% de proteção da radiação solar que foram erguidos sobre uma estrutura de madeira com pé direito de 2,5 metros, dimensionada para fornecer sombra aos animais sendo aberto lateralmente com orientação leste-oeste e medindo 3,5 m de comprimento e 3 m de largura, proporcionando uma área de 10,5 m² de sombra (Figura 3).



Figura 4: Vista da estrutura de madeira com cobertura de malha de polipropileno sombrite a 80%

Quando não for possível a utilização de sombreamento natural, faz-se necessária a utilização do sombreamento artificial que pode ser do tipo móvel com fibra sintética de polipropileno, com estrutura de madeira ou metálica, proporcionando de 30 a 90 % de sombra, sendo o mais recomendado 80% de interceptação luminosa, por gerar um maior conforto ao animal. A área de sombra por animal depende da umidade do local, em regiões de clima seco recomenda-se sombrear de dois a três m² por animal e em regiões de clima úmido, deve-se aumentar a área sombreada para quatro ou cinco m² por animal.

Outros dois currais foram providos de sombra natural, essa sombra foi decorrente da existência de duas árvores, essas árvores são a *Amburana Cearensis*, chamada popularmente de Umburana, que são de grande porte e oferecem boa sombra. Essas árvores proporcionavam ao meio dia uma área sombreada de 36 m² em cada curral, aproximadamente. Essa sombra variava durante o dia de acordo com o posicionamento do sol.



Figura 5: Vista das árvores Umburana que possibilitaram sombra para um dos tratamentos.

E também tinha dois currais a pleno sol, onde não tinha nenhuma disponibilidade de sombra. Todos os currais foram providos de comedouros e bebedouros de alvenaria.

Na Figura 6 observa-se o layout de como foi dividido os currais, onde se aproveitou a área já existente na fazenda e como ficaram distribuídas às áreas com sombrite, a área com as árvores e sem disponibilidade de sombra.

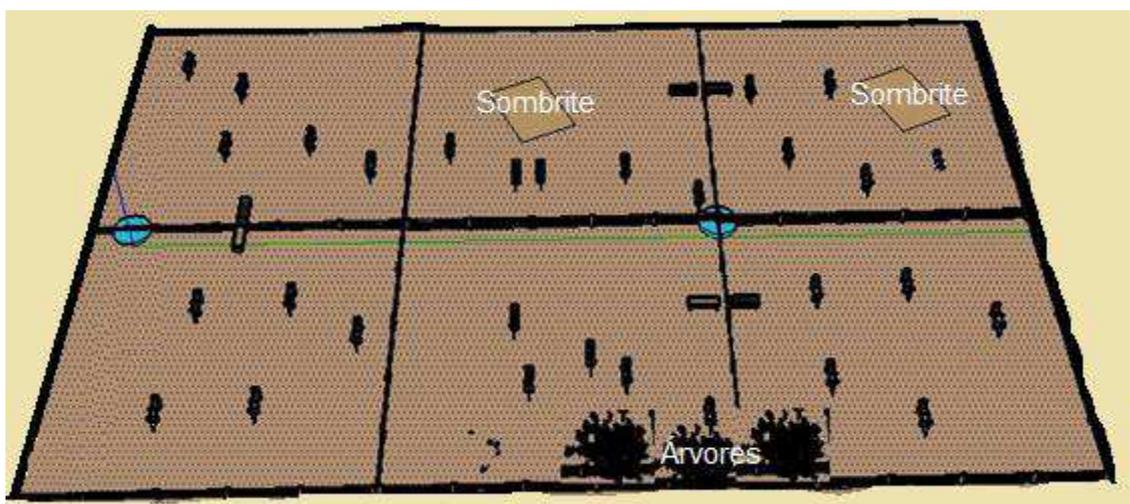


Figura 6: Layout dos currais onde foi realizado o experimento

3.5.DADOS METEOROLÓGICOS

A coleta de dados meteorológicos foi realizada através de medições de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, rajada de vento, direção do vento, carga térmica radiante e temperatura do ambiente, por meio de uma estação meteorológica móvel da marca HOBOware pro digital e Globos Negro. A estação foi programada a coletar dados todos os dias do experimento nos horários de 07 a 17 horas, coletando a média a cada 30 minutos. A estação ficou instalada ao lado do curral. Os globos negro ficaram instalados um em cada tratamento (sombrite, árvore e sol) todos a 1,90 metros do solo e na sombra proporcionada por cada tratamento (Figura 7).

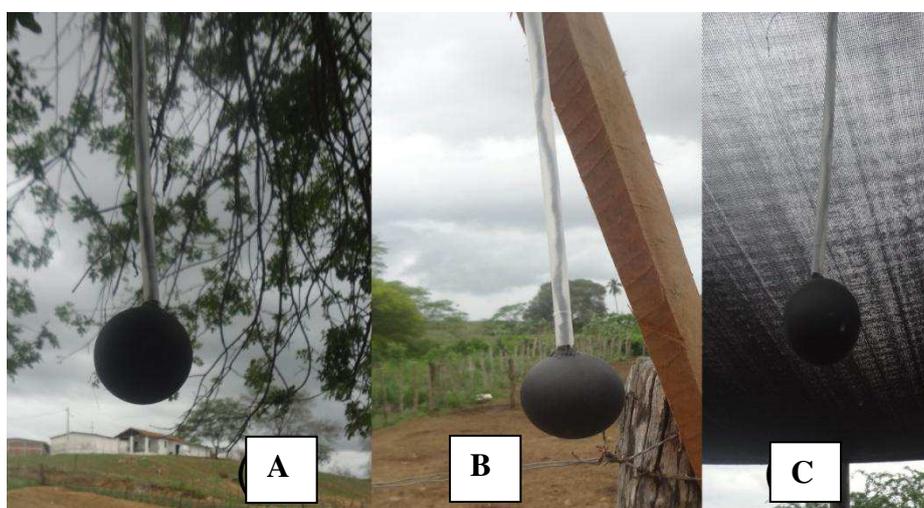


Figura 7: Globos negro utilizados nos tratamentos. Globo negro tratamento ÁRVORE (A); Globo negro tratamento SOL (B); Globo negro tratamento SOMBRITE (C).

Foi desenvolvido um datalogger utilizando uma placa microcontrolador Arduino UNO (Figura 8) acoplado a um módulo de armazenamento através de cartão SD e o chamado RTC (Real Time Clock), ou relógio em tempo real. O módulo RTC permite o mapeamento do tempo, de forma análoga a um relógio. O módulo de armazenamento SD possibilita o registro das informações dos sensores, lidas pelo Arduino, além das informações de data e hora geradas pelo módulo RTC. Após a montagem do hardware foi necessário realizar a programação da plataforma Arduino. Isto é feito dentro do ambiente de programação próprio do Arduino, baseado no ambiente open source processing, e através de uma linguagem referente a este microcontrolador. Foram utilizados sensores de temperaturas, o sensor de temperatura LM35 e o sensor de temperatura e umidade relativa do ar DHT22. As leituras dos globos negros foram

programadas para serem coletadas a cada 30 segundos. E depois foi feita a média a cada hora.

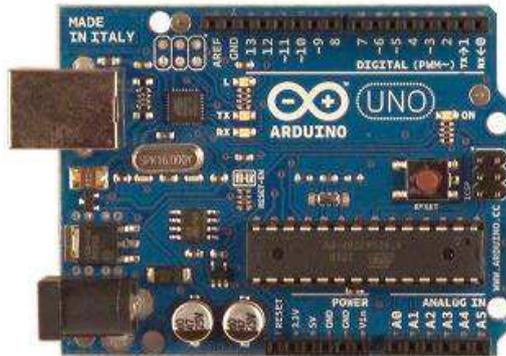


Figura 8:Microcontrolador: Placa Arduino Uno(fonte: internet)

O sensor LM35 (Figura 9 - A) é um sensor de precisão, fabricado pela National Semiconductor. O sensor AM2302, também chamado de DHT22 (Figura 9 - B), fornece tanto temperatura quanto umidade relativa do ar instantaneamente. Ele utiliza um sensor capacitivo de umidade e um termistor para medir o ar circundante. Este sensor permite medir temperaturas de - 40 a 80° Celsius, e umidade na faixa de 0 a 100 %. Sua faixa de precisão para temperatura é de 0,1 graus, e para umidade é de 0,1%.

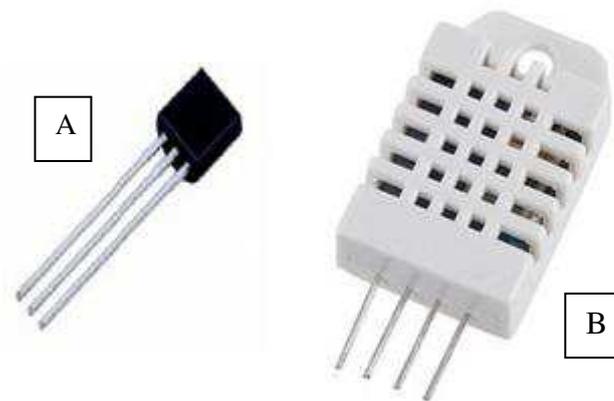


Figura 9: Sensor de temperatura Lm35(A) e Sensor de temperatura e umidade DHT22 (B)(fonte: internet)

Os globos negro utilizados na pesquisa foram aferidos em relação ao globo negro padrão que consiste de uma esfera oca de cobre, com diâmetro 0,15 m e espessura 0,5 mm, pintada externamente com tinta preta fosca, no interior da qual é inserido um

sensor de temperatura. A temperatura de globo negro, medida por meio deste instrumento, representa, num único valor, os efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do ar, a partir do qual se pode concluir sobre o nível de conforto de um dado ambiente.

Com os dados meteorológicos coletados foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), através das equações proposta por Buffington et al. (1981):

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

em que:

T_g - temperatura de globo negro, °C;

T_{po} - temperatura de ponto de orvalho, °C.

3.6. PARÂMETROS FISOLÓGICOS

Os parâmetros fisiológicos que foram estudados foram: temperatura retal (TR), temperatura superficial (TF) frequência respiratória (FR).

3.6.1. TEMPERATURA RETAL

A temperatura retal (TR) é usada como referência pela facilidade de medida e por indicar a temperatura do núcleo central, constituído pelas vísceras. A temperatura retal foi medida uma vez por semana, em dois horários distintos, pela manhã às 10 horas e pela tarde às 14 horas. A medição da temperatura retal foi coletada através da introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44 °C, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de 5 cm, durante 2 min., para isso os animais foram levados para o brete a fim de facilitar a medição da temperatura retal. Sempre antes de iniciar a medição se verificava se o animal estava expressando alguma agitação ou comportamento anormal devido a sua contenção, pois isso poderia interferir no resultado, os animais ficavam calmos durante todo o procedimento.

3.6.2. FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA

A frequência respiratória é o número de ciclos respiratórios (inspiração e expiração) que o organismo realiza involuntariamente por minuto. A frequência respiratória foi medida através de avaliação visual, onde se observou os movimentos do

flanco do animal, por um período de 30 segundos, e o resultado foi multiplicado por dois, totalizando os movimentos obtidos em 1 minuto, as observações foram ser feitas semanalmente no período da manhã e da tarde. Para essa avaliação visual, utilizou um binóculo, a fim de facilitar essa leitura e principalmente evitar ta dentro dos currais para não estressar os animais.

3.6.3. TEMPERATURA SUPERFICIAL

A temperatura superficial foi realizada três vezes por semana, durante todo período experimental, as medidas foram tomadas por meio de termômetro sem contato, por infravermelho com mira a laser, da marca Incoterm, com escala de -60 a 500 °C, precisão de 2% da leitura e resolução de 0,1 °C. As medidas foram sempre tomadas na região do dorso, garupa, cabeça e canela fazendo a média para se ter a temperatura superficial (Figura 10), as temperaturas eram tomadas de cada unidade experimental, os horários das observações foram de 9 até às 15 horas, com um intervalo de 15 minutos para cada leitura.

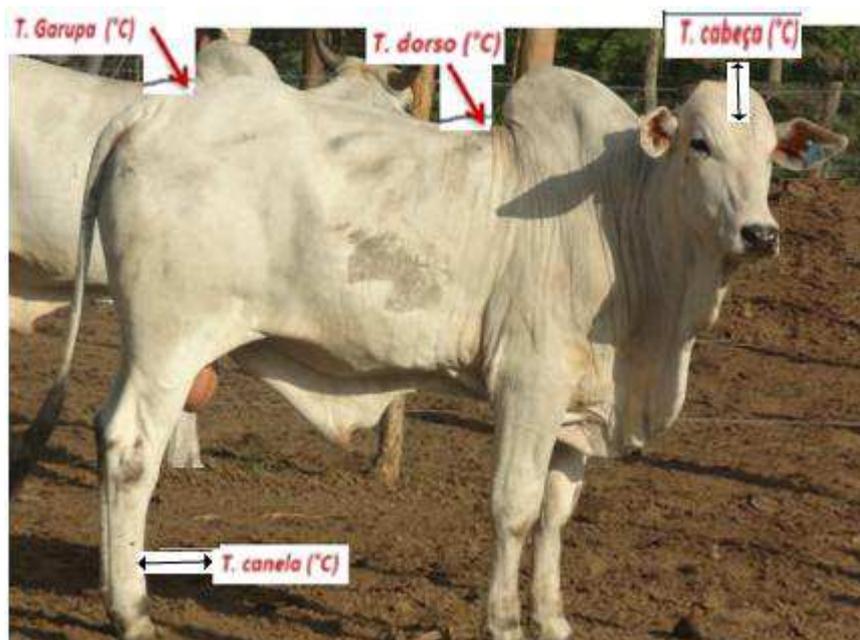


Figura 10: Pontos de coleta das temperaturas superficiais dos animais.

3.7. COMPORTAMENTO INGESTIVO

A coleta de dados referentes ao comportamento ingestivo dos animais ocorreu durante o período de terminação, no qual o período de avaliação se totalizou em três dias, 24 horas em cada dia. Para o registro do tempo destinado ao consumo de alimento e água, ruminção deitado e em pé, ócio deitado e em pé, adotará a observação visual dos animais a cada cinco minutos. Durante as observações noturnas, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. Essa iluminação foi através de um refletor de led de 60w, onde o ambiente ficou com condições para a avaliação, mas de forma que não interferissem no comportamento dos animais.

3.8. PARÂMETROS PRODUTIVOS

Os parâmetros produtivos analisados foram o ganho de peso total (GPT), ganho de peso diário (GPD) e o consumo de matéria seca (CMS). O ganho de peso total foi calculado pela diferença entre o peso final e o peso inicial dos animais e o GPD dividindo-se o GPT pelo número de dias do experimento. Os animais foram pesados a cada 8 dias, durante o período experimental, para controle de ganho de peso (GP) e ganho de peso médio diário (GPMD). Os animais foram alimentados até o dia anterior ao transporte para o abatedouro ficando em um jejum de 18 horas.

Ao final do período experimental, os animais foram pesados antes de serem carregados e estavam em jejum de 16 horas, foram transportados em carreta boiadeira tipo "LS" que pode carregar até 40 animais, em uma viagem de aproximadamente 130 km com duração de duas horas, até o frigorífico na cidade de Santa Rita-PB, onde foram abatidos e pesados para a avaliação do peso de carcaça. O abate foi realizado de acordo com as normas do RIISPOA (Brasil, 1997), sendo os animais insensibilizados pelo método da concussão cerebral, seguido de secção da veia jugular, remoção do couro e evisceração.

O peso de carcaça quente foi obtido pela pesagem das meias carcaças e a sua soma posterior, após o abate e toaleta das mesmas. O processo de limpeza da carcaça foi representado pela remoção das vísceras e dos outros componentes não integrantes da carcaça. O rendimento de carcaça quente foi obtido pela divisão entre o peso da carcaça e o peso final multiplicando-se este valor por 100, sendo expresso em porcentagem.

3.9.DELINEAMENTO E PERÍODO EXPERIMENTAL

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com dois tratamentos, uma testemunha e dez repetições. Foi aplicado o teste de Dunnett e o teste de Tukey.

O teste de Dunnett é referido na literatura como um método de comparações múltiplas com um controle - MCC (multiple comparisons with a control). Uma vantagem do uso de um método de comparações múltiplas com um tratamento controle é a redução do número de comparações simultâneas executadas, pois apenas consideram-se os pares em que se comparam o tratamento padrão com os demais (Broch, 2013).

O teste de Tukey é um dos testes de comparação de média mais utilizada, por ser bastante rigoroso e de fácil aplicação, sendo um teste exato em que, para a família de todas as comparações duas a duas, a taxa de erro da família dos testes é exatamente α (e o intervalo de confiança é exatamente $1-\alpha$), utilizado para testar toda e qualquer diferença entre duas médias de tratamento.

O experimento foi realizado entre os dias 27 de Outubro de 2015 a 9 de Janeiro de 2016 (durante o período mais quente e seco), em um total de 75 dias, sendo 15 dias para adaptação dos animais ao local do confinamento e 60 dias de coleta de dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bovinos necessitam de ambientes que os proporcionem condições mínimas para a sua produção seja ela de carne, leite ou reprodutiva, estes animais são os que podem perceber alterações variáveis climáticas, onde irão procurar e permanecer mais tempo à sombra nos momentos mais quentes do dia, por isso identificar maneiras eficazes de sombreamento que ofereçam maior proteção quanto à radiação solar.

Os resultados obtidos para os animais avaliados não podem ser baseados não só com o de ganho de peso e no rendimento de carcaça, mas também na eficiência produtiva, adaptabilidade aos ambientes que foram expostos, suas temperaturas retal e superficial, já que todos esses fatores podem influenciar na melhoria ou não da sua produtividade.

Durante o período experimental, as médias de temperatura do ar máxima e mínima foram de 38,6 e 22,3°C, respectivamente. Souza et al. (2007) em estudo na região semiárida, citam uma temperatura máxima de 38,2 °C e temperatura mínima de 24 °C, demonstrando também a amplitude térmica existente na região, por isso a criação de animais com maior grau de adaptação às condições semiáridas. Essas temperaturas são consideradas altas para a criação de bovinos confinados, e essas temperaturas poderão afetar na produtividade desses animais.

Destaca-se, ainda, que a média das temperaturas do ambiente nas instalações onde foram feito os currais para a realização do experimento variaram de 27,8°C a 33,9°C, portanto de acordo com Ferreira (2005) e Baeta & Souza(2010) que afirmam que bovinos para estarem com a temperatura dentro da zona de conforto térmico (ZCT) ideal devem variar de 16 a 28 °C. E que com exceção do horário das 7 horas, todos os outros estão fora dessa faixa ideal. Na região do estudo as temperaturas estavam todas a cima da média para a criação dos animais e mesmo assim os animais apresentavam boa adaptabilidade visto que eram animais mestiços da raça Nelore.

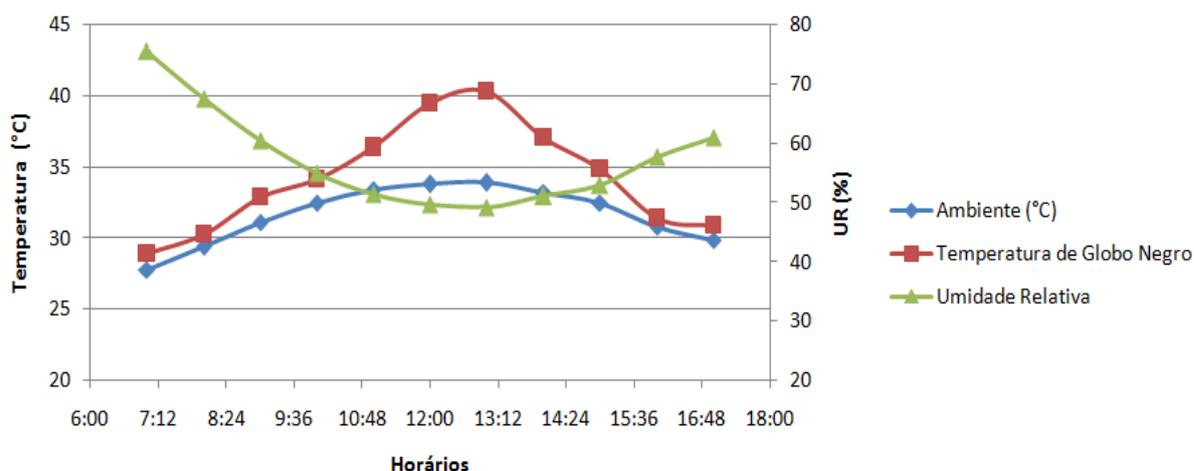


Figura 11: Médias da Temperatura Ambiente, Temperatura de Globo Negro e Umidade Relativa do Ar

Os valores médios para temperatura do ar mostram-se acima do ideal para bovinos. Apresentou temperaturas mais altas entre os horários de 12 e 14 horas, sendo assim os horários mais críticos, podendo os animais estar com estresse térmico. A umidade relativa do ar (UR) apresentou seu valor máximo 75,5% às 7 horas da manhã e decrescendo até as 13 horas com 49,3%, quando voltou a elevar-se.

A velocidade do vento apresentou valor mais elevado às 16 h ($1,83 \text{ m s}^{-1}$), e menor às 7 h ($0,84 \text{ m s}^{-1}$), isso no intervalo estudado. Os valores apresentam-se dentro das condições desejáveis de conforto. Segundo Hahn (1999) para bovinos, afirma que a velocidade do vento desejável possa variar entre $0,6$ a $1,1 \text{ m s}^{-1}$. Com isso nas unidades experimentais a ventilação contribuiu para amenizar a temperatura do ar e o ITGU, tornando o ambiente mais ameno. Façanha et al. (2010), estudando a temperatura superficial de vacas no semiárido baiano, obtiveram uma média de $2,6 \text{ m s}^{-1}$, destacando que esta ventilação é benéfica uma vez que contribui para a perda de calor sensível, amenizando a sensação de calor imposta pelas altas temperaturas. Já neste estudo a média ficou em $1,46 \text{ m s}^{-1}$ sendo menor que a encontrada por Façanha et al. (2010), mas não havendo grande incidência de ventos ao longo do dia. Mesmo assim contribuiu para amenizar o efeito das altas temperaturas do ambiente em que os bovinos estavam.

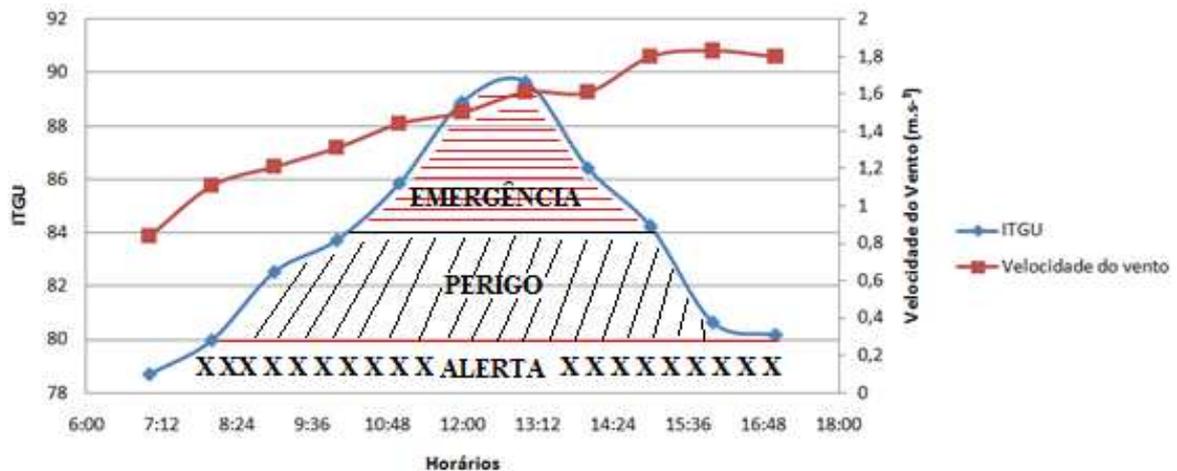


Figura 12: Médias da velocidade do vento e do ITGU no local onde foi realizado o experimento.

A média da velocidade do vento foi de $0,84 \text{ m.s}^{-1}$ a menor coletada ocorrendo no período da manhã e $1,83 \text{ m.s}^{-1}$ sendo a maior ocorrendo pela tarde, ao decorrer do dia pode-se observar que a velocidade do vento aumentava se tornando mais constante a partir das 14 h até às 17 h, horário esse onde terminava as leituras diárias. Observou-se que a velocidade do ar amenizou de certa forma a temperatura das instalações, amenizando a temperatura do ar e ITGU, tornando o ambiente mais ameno. Pode-se observar que a velocidade do vento aumentou gradativamente durante o dia, no período da manhã o vento não influenciou na elevação do ITGU.

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) apresentou valor mínimo às 7 h (78,7) e máximo às 13 h (89,7) e para relacionar os valores obtidos de ITGU com a sensação de conforto do animal, foi utilizada a seguinte relação, onde os valores de ITGU até 74 definem situação de conforto; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa; e acima de 84, emergência (Baêta, 1985). Então pode-se afirmar que os animais às 9:40 h até às 15 h estão em estado de emergência, sendo necessário o uso de técnicas para amenizar esses efeitos do alto ITGU sobre os animais. Já nos outros horários eles já se encontram em situação perigosa, com exceção das 7h, que mesmo apresentando um ITGU de 78,7 havia a necessidade de atenção, pois já se encontravam em estado de alerta.

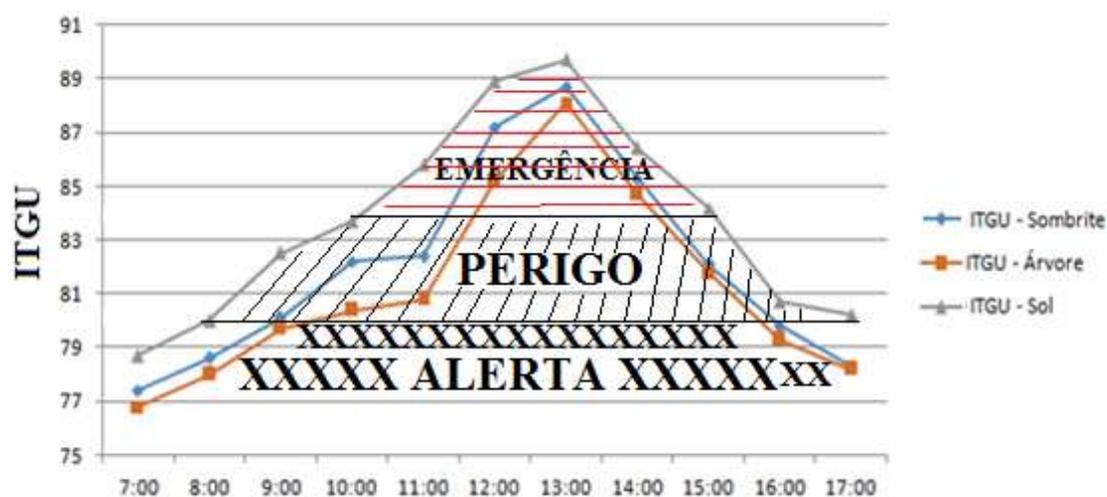


Figura 13: Valores do ITGU para os diferentes horários do dia, na condição de Sombrite, Árvore e Sol.

Oliveira et al. (2013), utilizando sombrite a 80% para sombreamento de piquetes, obtiveram resultados de ITGU médio de 85,39 no ambiente externo e 81,57 no ambiente sombreado, apresentando uma redução de 4%, significativa entre os tratamentos. Nesse estudo obteve-se ITGU médio de 83,7, 82,0 e 81,1 no tratamento do Sol, no Sombrite e na Arvore, respectivamente, apresentando uma redução de 2,1% no valor do ITGU quando comparado ao tratamento Sombrite com o do Sol e para o tratamento arvore de 3,1% em relação ao tratamento sol. Os valores de ITGU maiores que 81, encontrados para os tratamentos árvores isoladas e pleno sol, de acordo com o que sugere Fernandes (2005), caracterizam estresse térmico. De acordo com esse autor, a partir desses valores, os animais apresentariam redução no consumo de matéria seca total. No estudo pode-se observar que os animais com disponibilidade de sombra e criados a pleno sol não apresentaram redução de matéria seca, o que vou foi divergência nos horários em que esses animais procuravam o cocho para se alimentarem.

Para a carga térmica radiante (CTR), o maior valor médio também foi observado no tratamento Sol (Figura 14), com valor de 620 W m^{-2} . Para o tratamento de Árvore, não houve grande variação nos valores de Carga Térmica Radiante no período compreendido entre 7 e 8 h. Na Figura 14, verifica-se a variação de Carga Térmica Radiante nos diferentes horários do dia para os tratamentos. Nota-se que os valores máximos são observados às 13 h, considerando que, na sua estimativa, empregam-se valores que representam a temperatura do ar, radiação solar e das superfícies adjacentes e a movimentação do ar. O uso de sombras nos currais de confinamento proporciona ao

animal uma forma dele se proteger da alta incidência da Carga Térmica Radiante, como foi observado no estudo que no tratamento SOL a Carga Térmica Radiante ultrapassou os 620 W.m^{-2} enquanto na sombra proporcionada pelo Sombrite 80% a Carga Térmica Radiante máxima foi de 591 W.m^{-2} . Isso são fatores que podem influenciar no bem estar dos animais e na sua produtividade.

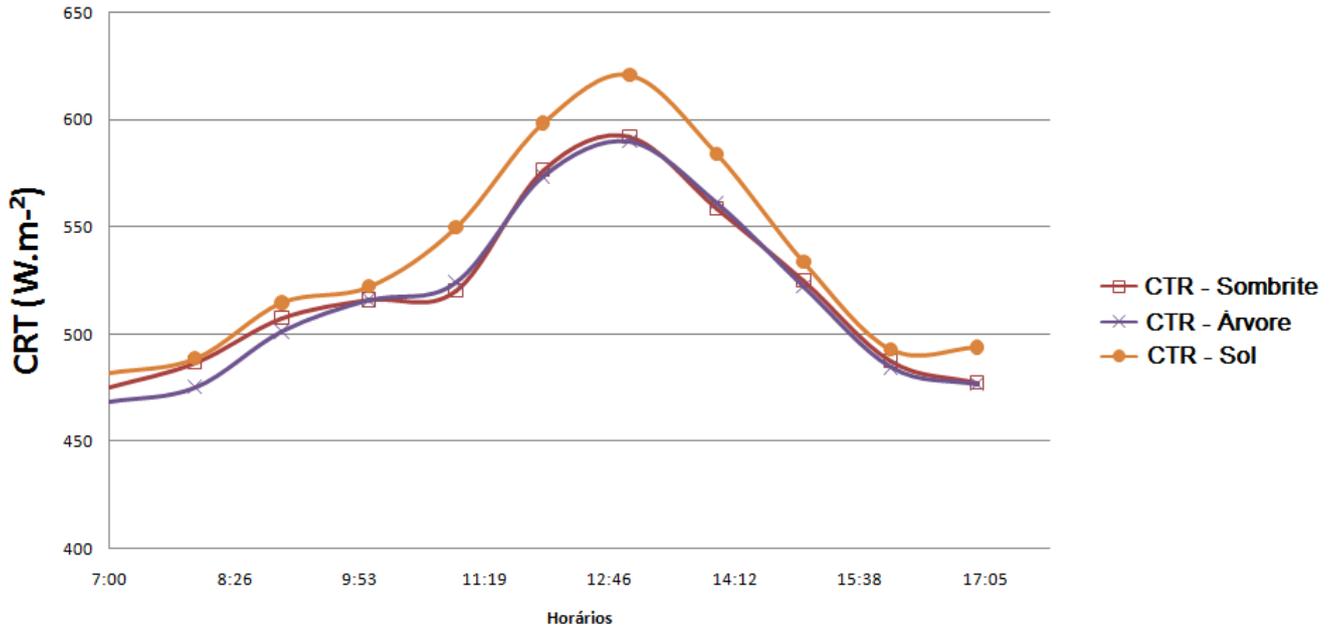


Figura 14: Valores da carga térmica de radiação (CTR) para os diferentes horários do dia, na condição de Sombrite, Árvore e Sol

As temperaturas superficiais em todos os tratamentos ficaram na média para bovinos zebuínos, a maior média da temperatura registrada foi $36,7$ no período da tarde no tratamento Sol e a menor $32,1^{\circ}\text{C}$ no período da manhã no tratamento Árvore.

Tabela 2. Média da temperatura retal, frequência respiratória e temperatura superficial dos bovinos nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Temperatura retal (TR) (°C)		Temperatura Superficial (TS) (°C)		Frequência respiratória (FR) (mov min ⁻¹)	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Sombrite	38,6ab	39,3 a	32,4b	33,8b	24,2b	29,6b
Árvore	38,1b	39a	32,1b	33,2b	23,8b	26,2c
Sol	39,6 a	39,7 a	34,8 a	36,7a	27,1a	32,4 ^a
Média	39,1	39,3	33,1	34,6	25	29,4
CV%	0,71	0,57	0,43	0,58	0,98	0,48

Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

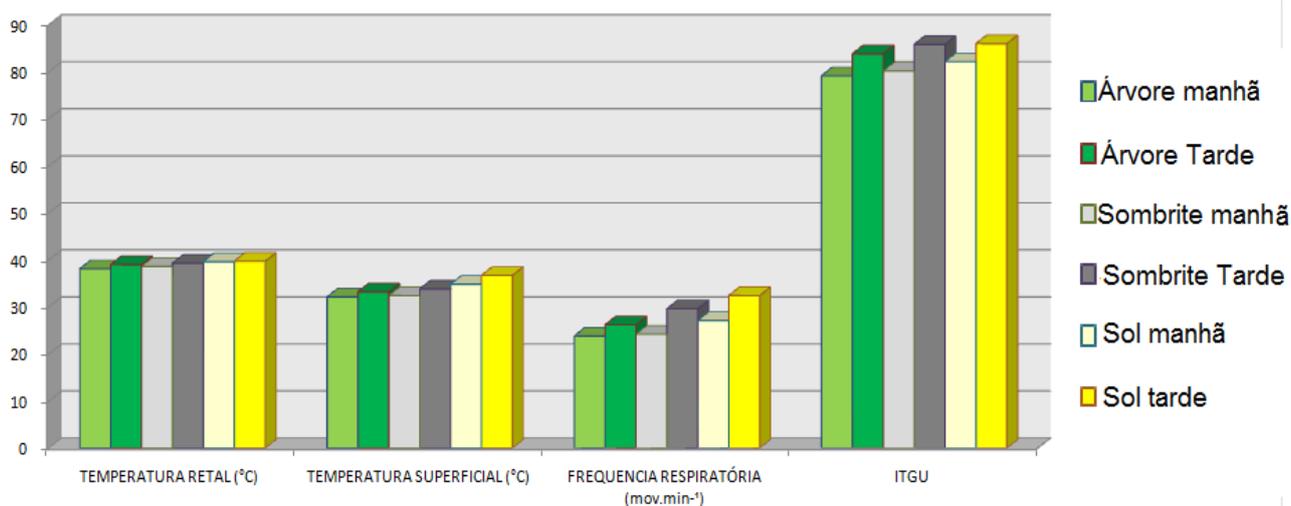


Figura 15: Média da temperatura retal, frequência respiratória e temperatura superficial dos bovinos nos diferentes tratamentos com relação ao ITGU

Avaliando os dados de temperatura superficial dos tratamentos Sol manhã 34,8°C e tarde 36,7°C, no tratamento Árvore manhã 32,1°C e tarde 33,2°C. E no tratamento Sombrite manhã 32,4°C e tarde 33,8°C observa-se que a exposição ao ambiente a pleno sol elevou a temperatura superficial em 2,4°C durante a manhã e 2,7°C durante a tarde quando comparada com o tratamento Árvore. O aumento da temperatura superficial significa perda da capacidade de equilibrar a temperatura da pele com a do ambiente, dificultando assim a transferência de calor de um local para

outro. Observa-se que o uso de sombrite já apresenta diferença significativa para os animais criados a pleno sol, visto que essa pequena diferença nos parâmetros fisiológicos significa melhoria do ambiente em que o animal é criado e conseqüentemente criando um ambiente onde o animal estará vivendo mais confortável, pois tem uma sombra por menor que seja para que possa amenizar o efeito direto da radiação solar. Então, o animal consome o alimento em uma quantidade maior e procurar um local sombreado pra repousar e posteriormente ruminar.

No período da manhã quanto o da tarde os animais com disponibilidade de sombra apresentaram as variáveis fisiológicas, frequência respiratória e temperatura retal dentro dos limites da normalidade não apresentando características de que os animais possam estar com algum estresse térmico, como pode ser observados na Tabela 2. A frequência respiratória dos animais, nos tratamentos com sombra, ficou abaixo de 30 mov/min⁻¹. Houve variação no número de movimentos respiratórios dos animais no tratamento SOL os quais apresentou 27,1 mov min⁻¹ pela manhã e 32,4 mov min⁻¹ pela tarde. De acordo com França (2000) a frequência respiratória de bovinos adultos deve variar de 20 a 30 mov min⁻¹, onde se pode dizer que o animal está em conforto térmico. Logo para o tratamento sol durante a tarde os animais estavam em desconforto térmico.

Em relação à temperatura retal, também não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os valores observados permaneceram abaixo dos considerados como indicadores de estresse térmico. As temperaturas retais no período da manhã variaram entre 38,6 e 39,6°C, e a tarde variou entre 39 e 39,7°C no tratamento SOL. Para o animal manter a temperatura retal dentro do padrão normal da espécie é porque ele foi mais eficiente nos outros mecanismos na dissipação de calor, conseguindo manter a temperatura retal constante mesmo elevando a respiratória, porque o animal aumenta a frequência respiratória para diminuir a temperatura do seu núcleo corporal.

De acordo com Martello et al. (2004) valores acima de 39,5°C indicam estresse térmico, logo se pode dizer que os animais do tratamento SOL podem estar com desconforto térmico. O uso de sombrites influenciou para que as temperaturas retais dos animais não ultrapassem a faixa ideal para a espécie. Logo, pode afirmar que a temperatura retal dos animais foi influenciada pelo ambiente em que estavam. Logo não variando dos currais com sombras das árvores, mas observa-se também que os animais a pleno SOL conseguiram manter sua temperatura retal bem próximo do que Martello et

al. (2004) sugere como normal para a espécie. A temperatura retal é o parâmetro que melhor representa a temperatura do núcleo central do animal, sendo uma forma de analisar a adaptabilidade dos animais. O aumento na temperatura retal significa que o animal está armazenando calor de forma que se este calor não for dissipado o animal pode manifesta sinais de estresse térmico.

Segundo Baccari (1986) a temperatura retal pode ser usada como um indicador de estresse e tolerância ao calor, pois indica a eficiência do animal para manter a homeotermia face a temperatura ambiental extrema. Há uma correlação positiva entre temperatura ambiente e retal.

Os bovinos raça Nelore se adaptaram muito bem às condições tropicais brasileiras, por possuir excelente capacidade de aproveitar alimentos grosseiros como a palha de milho, ou seja, menor exigência alimentar para se manter. Resistente ao calor devido à superfície corporal ser maior em relação ao corpo e por possuir maior número de glândulas sudoríparas. Além disso, o trato digestivo é 10% menor em relação aos europeus, portanto seu metabolismo é mais baixo e gera menor quantidade de energia (Luchiari Filho; Mourão, 2006).

Tabela 3. Médias dos dados de comportamento: Tempo de alimentação, tempo de ruminação, tempo em ócio, defecação, micção e ingestão de água

Comportamento	Tempo de alimentação (Hora dia ⁻¹)	Tempo de ruminação (Horadia ⁻¹)	Tempo em ócio (Hora dia ⁻¹)	Defecação (vezes dia ⁻¹)	Micção (vezes dia ⁻¹)	Ingestão de água(vezes dia ⁻¹)
Sombrite	3:21 a	9:36 a	11:03c	9 a	8 a	5 a
Árvore	3:15 a	9:18b	11:27b	8 a	10 a	5 a
Sol	04:18b	7:09c	12:33 a	10 a	12 a	8 b
CV%	1,36	0,5	0,37	20	20	23,5

Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. As médias seguidas das mesmas letras não diferem ao Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

Para o comportamento dos animais também foi aplicado o Teste de Dunnett ao nível 5% de probabilidade (bilateral), mostrando diferenças significativas entre os tratamentos em relação a testemunha.

Os tempos despendidos nas atividades de alimentação, ruminação e ócio foram influenciados pela disponibilidade de sombra.

Dado e Allen (1994) relataram a importância de mensurar o comportamento alimentar e a ruminação, a fim de se verificar as implicações sobre o consumo diário de alimentos. O tempo total de ruminação pode variar de quatro até nove horas, sendo dividido em períodos de poucos minutos a mais de uma hora. A atividade de ruminação pode ocorrer com o animal em pé ou deitado, sendo que esta última posição demonstra uma condição de conforto e bem estar.

A relação da atividade de ruminação é bastante influenciada pela alimentação, já que a ruminação se processa logo após os períodos de alimentação ou quando o animal está mais tranquilo. Os períodos gastos com a ingestão de alimentos são intercalados com um ou mais períodos de ruminação ou de ócio. A atividade de ruminação em animais adultos ocupa entorno de oito horas por dia com variações entre quatro e nove horas (Fraser, 1980; Van Soest, 1994). Os animais do tratamento Sol são os que passam menos tempo ruminando, 29,8% do tempo, com uma diferença de mais de duas horas em relação aos tratamentos que forneceram sombra. Os animais que estavam com disponibilidade de sombra ocasionadas pelo sombrite firam 40% do tempo ruminando. Já o ócio e as atividades que não incluem a alimentação e ruminação ocupa cerca de dez horas (Camargo, 1988; Albright, 1993), com variações entre nove e doze horas por dia (Fraser, 1980; Orret al., 2001; Phillips e Rind, 2001). No tratamento Sol, os animais passaram mais de 12 horas e 33 minutos em ócio. Os animais com disponibilidade de sombra ficaram menos tempo em ócio, com uma diferença de duas horas e meia a menos em relação ao tratamento sol com o do Sombrite. Foi observado que os animais com disponibilidade de sombras se alimentavam mais rapidamente, ou seja, ingeriam a ração do cocho mais rápido. Já os animais que não tinham disponibilidade de sombra demoravam mais de uma hora de diferença para ingerir a mesma quantidade de ração.

Os animais sem acesso a sombra se alimentavam nas horas mais frias do dia e durante a noite, e apresentavam maior tempo de ruminação no período da noite. Pode-se notar também que esses animais durante o dia procuravam de alguma forma algum tipo de sombra fosse ela de uma estaca ou ate mesmo de outro animal. A disponibilidade de sombra regulou o tempo de ócio e ruminação do animal, podendo ele se deitar em uma sombra mesmo pequena como no tratamento com sombrite e deitar para ruminar mesmos nos horários mais quentes do dia.

Observou-se que os animais, para ruminarem procuravam ficar nos ambientes sombreados, mas no caso do tratamento SOL que não havia essa disponibilidade de sombra os animais procuravam ficar deitados na sombra de outro animal ou deitado próximo ao cocho da água para poderem ruminar, uma forma que o animal encontrou para minimizar o efeito da carga térmica radiante incidida sobre ele. Outro aspecto verificado foi que os animais sem disponibilidade de sombra procuravam o cocho da ração mais vezes durante a noite, diferentemente dos com disponibilidade de sombra que se alimentavam mais durante o dia.

O consumo de água varia em função do teor de umidade do alimento, quanto mais seco, mais água o animal vai beber. Na realidade, esta situação expressa a estreita relação que existe entre o consumo de matéria seca e a quantidade de água que o animal bebe, visto que com dietas úmidas ocorre também uma redução no consumo de matéria seca.

A exigência de água dos animais é satisfeita através da água nos alimentos e água consumida voluntariamente. Sua ingestão varia de acordo com a temperatura ambiente, qualidade e consumo do alimento, peso do animal, temperatura da água entre outros fatores. Os animais sem disponibilidade de sombra ingeriram mais vezes água durante o dia, mas a quantidade não variou muito visto que os animais criados com disponibilidade de água beberam em média 36 litros de água por dia e os animais sem disponibilidade de sombra beberam em média 39,5 litros de água. Isso levando em consideração a grande quantidade de água existente na ração.

Segundo Ribeiro et. al. (2006), o tempo em ócio é considerado o período em que os animais permanecem parados, sem realizar qualquer atividade (comer, beber, ruminar).

Os valores de produção, durante os 60 dias experimentais, são apresentados na Tabela 4. Houve diferença significativa para o ganho de peso médio diário. Os animais que passaram pelo tratamento Árvore tiveram uma produção final média de 2,02 kg dia⁻¹, sombrite 1,97 kg dia⁻¹ e o tratamento Sol 1,81kg dia⁻¹. O tratamento Árvore apresentou um ganho médio 10,3 kg por animal a mais que em relação ao tratamento Sol. O tratamento Árvore apresentou uma produtividade de 10,4% maior que o tratamento Sol, visto que foram fornecidas as mesmas quantidades de alimento. O tratamento Sombrite fica muito próximo do tratamento Árvore onde a produtividade aumentou em 7,8% do peso final. Para um confinamento onde se almeja maior ganho de

peso do animal, em um menor período de tempo é muito importante, pois o animal com disponibilidade de sombra tem peso final maior em relação ao criado a pleno sol.

A conversão alimentar foi similar entre os tratamentos. Os criados com disponibilidade de sombra natural embora tenham apresentado uma maior conversão do alimento, onde os animais comeram em média de 14 kg de ração para o ganho de peso de 1kg. Logo podemos dizer que comparando os tratamentos verificou-se que os com sombra natural foram mais eficientes na transformação de matéria seca consumida em ganho de peso.

Tabela 4. Média do peso inicial, peso médio final, ganho de peso médio diário, ganho de peso total no período experimental, conversão alimentar e rendimento médio de carcaça quente por animal

Tratamentos	Peso Médio Inicial (PMI) (kg)	Peso Médio Final (PMF) (kg)	Ganho de Peso Médio Diário (GPMD) (kg dia ⁻¹)	Ganho de Peso Total (GPT) (kg)	Conversão alimentar (CA)	Rendimento de Carcaça Quente (%)
Sombrite 80%	376,5	494,8	1,97 a	118,3 a	15,21 a	52,78 a
Árvore	375	496,3	2,02 a	121,3 a	14,83 a	53,04b
Sol	377	486	1,81b	109b	16,51 b	51,63 a
CV%	-	-	1,46	1,54		1,37

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

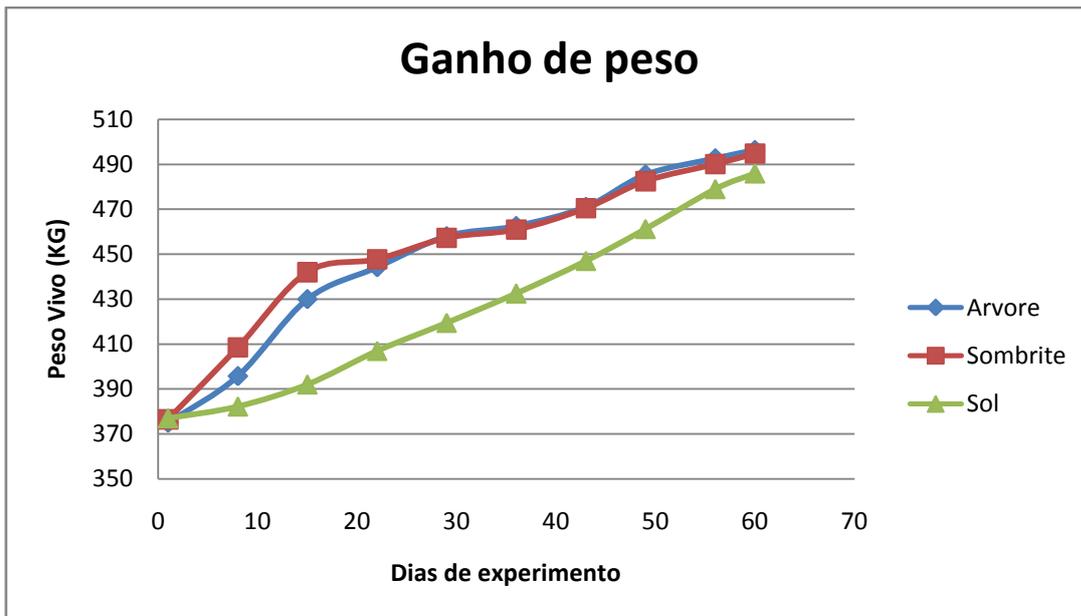


Figura 16: Linha de crescimento do peso dos animais em cada tratamento.

Na Figura 16 observa-se que aos 52 dias os animais com disponibilidade de sombra tanto o sombrite como o da Árvore já chegaram ao peso final de 486 quilos obtidos nos animais criados a pleno sol ao final do experimento. Com isso esses animais já estavam com o peso ideal para abate levando em consideração o peso estabelecido na propriedade para o abate dos animais. Os animais criados confinados na fazenda onde foi feito o estudo ficam confinados durante 60 dias, com isso com a arborização do currais disponibilizando sombra para esses animais eles estavam com o peso ideal aos 52 dias, assim diminuindo os gastos com ração, mão de obra e consumo de água em oito dias.

Os animais com disponibilidade de sombra apresentam um ganho de peso maior nos primeiros dias de confinamento, isto porque os animais passam a ter um ambiente mais agradável com condições que permitem os animais terem um conforto em relação ao ambiente onde estão sendo confinados, tendo assim um maior tempo de ruminação, maior tempo de descanso. Entre as características produtivas do gado de corte, o ganho de peso é, sem dúvida, o mais estudado e a que mais diretamente se associa à produtividade de um rebanho. Por outro lado, a conversão alimentar representa a eficiência com que o animal converteu o alimento consumido em carne (Fernandes et. al, 2004).

Observa-se na Tabela 5 que o rendimento se tratando em lucro para o produtor dos animais criados com disponibilidade de sombra o foi satisfatório. Fazendo o uso de

sombrites a 80% os dez animais utilizados para o experimento tiveram uma margem de lucro de 976,50 Reais a mais que os criados a pleno SOL, isso significa que para o produtor que é viável a utilização desse material para oferecer sombras aos animais, além de proporcionar um melhor ambiente para os mesmos.

Tabela 5. Ganho de peso total por animal, ganho de peso total do tratamento, rendimento em reais de cada tratamento e lucratividade em relação ao tratamento SOL

Tratamentos	Nº de animais	Ganho de Peso Total por Animal (GPTA) (kg)	Ganho de Peso Total (GPT) (kg)	Preço por Quilo *	Rendimento em R\$ por tratamento (R\$)	Rendimento em relação ao tratamento SOL (R\$)
Sombrite 80%	10	118,3	1183	10,50	12421,50	976,50
Árvore	10	121,3	1213	10,50	12736,50	1291,50
Sol	10	109	1090	10,50	11445,00	X

*Preço referente ao que os frigoríficos da região estavam pagando ao produtor na época em foi realizado o experimento.

A importância do rendimento de carcaça nos sistemas de produção no Brasil é consequência da forma de comercialização utilizada, que remunera o produtor de acordo com o peso de carcaça quente. Para o rendimento de carcaça, foi observada diferença significativa entre os três tratamentos, levando em consideração que qualquer ganho de peso é bom para o produtor, como podemos observar na Tabela 4, em que os rendimentos de carcaça foram 52,78; 53,04 e 51,63%, referente aos tratamentos Sombrite, Árvore e Sol, respectivamente.

Levando em consideração o tratamento com Sombrite e a pleno Sol a diferença foi de 1,15% a mais no rendimento de carcaça quente dos animais do tratamento Sombrite. Tendo como exemplo a produção do confinamento na Fazenda Passagens onde o estudo foi realizado, em que a produtividade por boi é em média um quilo de carne por dia, aplicando essa porcentagem do rendimento de carcaça quente o animal teria 11,5 gramas de carne a mais em cada quilo, então considerando um animal que foi abatido com 480 kg de peso vivo e esse animal foi criado sem disponibilidade de sombra e um outro animal de 480 kg, esse criado com disponibilidade de sombra artificial (Sombrite) com mesmas características. O animal criado a pleno sol teria uma

peso de 247,82 quilos de carne, já o criado no tratamento com Sombrite teria um peso 253,35 quilos de carne. Isso dá uma diferença de 5,53 quilos de carne a mais por animal. Se um produtor tiver 1000 animais confinados e fizer o uso de sombreamento artificial nas condições descritas neste trabalho, ele pode elevar sua produtividade e ter no primeiro ano já o retorno do capital investido na melhoria das instalações. Com isso o sombreamento é uma alternativa economicamente viável para os criados de bovinos em sistema de confinamento.

Com o uso de árvores os ganhos seriam ainda maiores, além de ser uma forma de o produtor cuidar mais do ambiente onde ele vive, trabalha e cria seus animais. As árvores alteram o micro clima daquele determinado local influenciando radiação solar, umidade do ar, temperatura e vento, pois as árvores auxiliam na estabilização do micro clima, protegem os animais do calor e proporcionam a manutenção do conforto térmico, com reflexos positivos na produtividade dos animais confinados.

5. CONCLUSÕES

A exposição dos animais a um ambiente sem nenhum tipo de sombreamento reflete em respostas negativas sobre os índices de conforto térmico, fisiológicos e a perda na produtividade.

Para as condições em que o experimento foi conduzido, a melhor condição térmica observada foi para o que constituía de sombra natural, comparada à proporcionada por sombrite e para exposição a pleno sol.

Os valores médios de temperatura da superfície corporal para pleno sol, árvores e sombrite foram de 35,75 °C, 32,65 °C e 33,1 °C, respectivamente, e colaborando com os resultados de condição térmica mais confortável proporcionada nos currais com disponibilidade de sombreamento natural. Logo concluímos que o sombreamento natural, através de árvores, é o mais indicado, pois além de proporcionar sombreamento eficiente para os animais, trazem inúmeros outros benefícios como melhoram o ambiente onde o animal é criado. Caso não seja possível o uso de árvores na área do confinamento, ou se plantou uma espécie de árvore que tenha que esperar crescer, o sombreamento artificial pode ser uma boa alternativa.

A frequência respiratória de animais mantidos em ambiente com sombreamento foi menor que aos criados a pleno sol que aumentou, porém sempre estiveram valores considerados adequados e fisiologicamente normais para os animais que foram utilizados neste trabalho.

O uso de sombras também melhorou o ganho de peso desses animais, rendimento de carcaça quente e a conversão alimentar. Com isso o sombreamento de currais de confinamento se torna uma boa alternativa para o produtor quando se busca melhorar as condições do ambiente em que o animal esta sendo criado e aumentar a produtividade.

Como vimos o sombreamento do confinamento com sombras artificiais ou naturais é uma alternativa viável para melhorar o conforto dos animais e conseqüentemente a produção de bovinos de corte confinados, principalmente para as regiões em que predomina o clima quente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albright, J.L. 1993. Feeding behavior of dairy cattle. *J.DairySci.*76:485-498.
- Almeida, G. L. P.; Pandorfi, H.; Guiselini, C.; Almeida, G. A. P.; Morril, W. B. B. Investimento em climatização na pré-ordenha de vaca girolando e seus efeitos na produção de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.12, p.1337-1344, 2010.
- 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.
- Azevedo, D. M. M. R.; Alves, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 21 ed, 2009. 83p. (Série documentos – 188).
- Azevedo, D. M. M. R.; Alves, A. A.; Feitosa, F. S.; Magalhães, J. A.; Machado, C. H. M. Adaptabilidade de bovinos da raça Pé-Duro às condições climáticas do semiárido do estado do Piauí. **Arquivos de Zootecnia**, v.57, p.513-523, 2008.
- Azevedo, M. et al. Estimativa de Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p.2000-2008, 2005.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. **Ambiência em edificações rurais - Conforto animal**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2010, 269p.
- Baêta, F. C. **Responses of lacting dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. 1985. 281 f. Thesis (Ph.D.) - University Missouri, Missouri, 1985.
- Baccari Jr, F. 1986. Métodos e técnicas de avaliação de adaptabilidade às condições tropicais. Simpósio Internacional de Bioclimatologia Animal nos Trópicos: pequenos e grandes ruminantes, 1, Fortaleza, CE. **Anais**. Fortaleza: p. 9-17.
- Bertipaglia, E. C. A.; Silva, R. G.; Cardoso, V.; et al. A. Desempenho reprodutivo, características do pelame e taxa de sudção em vacas da raça Braford. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1573-1583, 2008.

- Bertoncelli, P. et al. Conforto térmico alterando a produção leiteira. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 17, p.0-762, 2013. Semestral.
- Bianchini, E.;McManus, C.; Lucci, C. M.; Fernandes, M. C. B.; Prescott, E.; Mariante, A. da S.; Egito, A. A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Técnica**, v.41, p.1443-1448, 2006.
- Brasil. Decreto n. 30, 691, alterado pelos Decretos n. 1,255 de 2506-62, n. 1236 de 02-09-94, n. 1.812 de 08-02-96 e n. 2.244 de 04-06-97. Aprova o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). **Lex: Diário Oficial da União** de 5 de julho de 1997, seção I, p. 11555. Brasília, 1997.
- Broch, S. C. **Aspectos teóricos e computacionais das estatísticas do teste de Dunnett não-central**. 2012. 240 p. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agropecuária)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- Broom, D.M.; Fraser, A.F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. 4 ed. Barueri: Manole, 2010. 438p.
- Brown-Brandl, T.M.; Nienaber, J.A.; Eigenberg, R.A.; et al. Comportamento de ovinos submetido a três níveis de temperatura ambiente. **Revista Ceres**, v.20, p.231-242, 2003.
- Buffington, D. E.; Collazo-Arocho, A.; Canton, G. H.; Pitt, D.; Thatcher, W. W.; Collier, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, Michigan, v. 24, n. 3, p. 711-714, May/June 1981.
- Camargo, A.C. **Comportamento de vacas da raça Holandesa em confinamento do tipo “freestall”, no Brasil Central**. 1988. p. 146. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz.
- 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.
- Columbiano, V.S. **Identificação de QLT nos cromossomos 10, 11 e 12 associados ao estresse calórico em bovinos**. 2007. 60f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa.
- 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.

- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA - CNA. Análise do PIB das cadeias produtivas de algodão, cana-de-açúcar, soja, pecuária de corte e de leite no Brasil: desenvolvimento metodológico e cálculo do PIB das cadeias produtivas do algodão, cana-de-açúcar, soja, pecuária de corte e de leite no Brasil. Brasília: CNA, 2012.
- Dado, R.G.; Allen, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.
- Dado, R. G.; Allen, M. S. Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.132, 1994.
- Deitenbach, A.; Floriani, G.S.; Dubois, J.C.L.; et al. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008.
- Detmann, E.; Valadares Filho, S. C.; Pina, D. S.; Henriques, L. T.; Paulino, M. F.; Magalhães, K. A.; Silva, P. A.; Chizzotti, M. L. Prediction of the energy value of cattle diets based on the chemical composition of the feeds under tropical conditions. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.127-147, 2008.
- Dias Filho, A. Técnicas aplicadas para o confinamento de bovinos. Brasília: UnB, 2011. 53p.
- Euclides Filho, K.; Figueiredo, G. R.; Silva, L. C. O. et al. Pesos ao nascer e à desmama e ganho pré-desmama de Nelore e seus mestiços com Fleckvieh, Chianina, Charolês e Angus. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: SBZ, 1996. p.164-165.
- Façanha, D. A. E.; Silva, R. G. da; Maia, A. S. C.; Guilhermino, M. M.; Vasconcelos, A. M. de. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.837-844, 2010.
- FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL - FAWC. Five Freedoms. London: FAWC, 2009.

- Fernandes, A.C. **Efeito do estresse térmico sobre a seleção de dieta por bovinos**. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.
- Fernandes, H.J. **Desempenho produtivo, digestibilidade e composição corporal de bovinos de três grupos genéticos na recria e na terminação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001
- Ferreira, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: **Aprenda Fácil Editora**, 2005. 371p.
- 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.
- 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 de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.25, n.5, p.1–25, 2010.
- Ferro, D. A. C. **Níveis de sombreamento artificial sobre as respostas fisiológicas, comportamentais, desempenho animal e características de carcaça e carne de nelore em confinamento**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal do Goiás, Goiana – GO, 2015.
- Fraser, A.F. Comportamiento de los animales de la granja. **Zaragoza: Acribia**, 1980. 291 p.
- Furtado, D. A.; Peixoto, A. P.; Nascimento, J. W. B. do; Regis, J. E. F. Environmental comfort in constructions for Sindi and Guzera calves in the agreste region of the state of Paraíba. **Engenharia Agrícola**, v.32, p.1-9, 2012.
- Glaiser, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Zootecnia. Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal. Pirassununga. 2008.
- Goymann, W.; East, M. L.; Wachter, B. et al. Social status does not predict corticosteroid levels in postdispersal male spotted hyenas. **Horm.Behav.**, v.43, p.474-479, 2003.

- 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.
- Hahn, G.L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, Supp. 2, p.10-20, 1999.
- Hansen, J. P. Managing the Heat-Stressed Cow to Improve Reproduction. **Proceedings of the 7 th Western Dairy Management Conference**. March 9-11, 2005.
- Kelly, C.F. et al. Design of livestock shades: construction and location of shades contribute to animal comfort and maintenance of feed intake. **California Agriculture**, Berkley, v.8, n.8, p.3-4, 1954.
- Luchiari Filho, A.; Mourão, B. G. Melhoramento, raças e seus cruzamentos na pecuária de corte brasileira. **Pirassununga: Prisma Printer**, 2006. 140p.
- Manteca et al. Animal welfare: concepts and practical procedures to evaluate the swine productions systems. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 4213- 4230, 2013.
- 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. **Interação animal ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em free-stall**. 2006. 106f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Engenharia e Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- Martello, L.S.; Savastano Junior, H.; LUZ, S.; et al. 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.
- Matarazzo, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação**. 2004. 143f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Medeiros, R.B.; Pedroso, C.E.; Jornada, J.B.J. Comportamento ingestivo de ovinos no período diurno em pastagem de azevém anual em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.198-204, 2007.

- 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.
- Mendonça, S.S.; Campos, J.M.S.; Valadares Filho, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Exportação. Brasília: MAPA, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal>>. Acesso em: Novembro - 2015.
- Nascimento, G. V. d., Cardoso, E., Batista, N. L., Souza, B. B. & Cambuí, G. B. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 9, 28-36, 2013.
- 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.
- Orr, R. J. S. et al. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows.**Grass and Forage Science**, v.56, n.35, p.352-361, 2001.
- Pereira, E.S; Mizubuti, I.Y.; Ribeiro, E.L.A.; Villarroel, A.B.S.; Pimentel, P.G. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.190-195, 2009.
- Pereira, C.C.J. Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.
- Pereira, G.M.; Souza, B. B. de; Silva,A. M. de A.; Roberto, J. V. B.; Silva, C. M. B. de A. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça saanen no semiárido paraibano. **Revista Verde de Agrotecnologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.83-88, 2011.
- Perissinoto, M. **Sistemas de climatização em galpões tipo “freestall” para confinamento de gado leiteiro**. 2003. 140p. Dissertação (Mestrado em Física do

- Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.
- 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. 23-37, 1999.
- Quadros, D.G. Sistema de produção de bovino de corte. In: APOSTILA TÉCNICA DO CURSO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BOVINO DE CORTE. Salvador: NEPPA – UNEB, 2005, p.26.
- Quintiliano, M. H. E Paranhos da Costa, M. J. R. Manejo Racional de Bovinos de Corte em Confinamentos: Produtividade e Bem-estar Animal. In: IV SINEBOV. **Anais...** , Seropédica, 2006, (2007).
- Ribeiro, V. L.; Batista, A. M. V.; Carvalho, F. F. R.; Azevedo, M.; Mattos, C. W.; Alves, K. S. Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé submetidos à alimentação à vontade e restrita. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 28, n. 3, p. 331-337, 2006.
- Rocha Neto, A.L.; Veloso C.M.; Silva F.F.; Souza D.R.; Costa L.T.; Murta R.M.;Silva R.R.; Silva J.C.P.M.; Souza D.D.;Meneses M.A. Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com cana-de-açúcar ou feno da parte aérea da mandioca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, p.1629-1638, 2012.
- 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.
- 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.
- Silva Filho, F. P. **Adaptabilidade ao calor e índices ambientais para vacas da raça holandesa no semiárido**. 2013. 87p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.
- Silva, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

- 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, E.M.N.; Souza, B. B.; Silva, G.A.; et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.516-521, 2006.
- Silva, 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.
- Souza, B. B.; Silva, R. M. N. da; Marinho, M. L.; Silva, G. A.; Silva, E. M. N.; Souza, A. P. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.883-888, 2007.
- Souza, A. R. D. L; Medeiros, S. R.; Morais, M. G.; Oshiro, M. M.; Torres Junior, R. A. A. Dieta com alto teor de gordura e desempenho de tourinhos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 7, p. 746- 753, 2009.
- Souza, B. B., Oliveira Silva, I. J., Mellace, E. M., Santos, R. F. S., Zotti, C. A. & Garcia, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, 6, 59-65, 2010.
- Titto, E.A.L. Clima, Influência na produção de leite. Ambiência na produção de leite em clima quente, Piracicaba: FEALQ, 1998. Titto, E.A.L. et al. Instalações para bovinos leiteiros em ambientes tropicais. In: 1º Workshop sobre Ambiência na produção de leite, Nova Odessa. **Anais**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2008.
- Vilela, R. A. **Comportamento e termorregulação de vacas holandesas lactantes frente a recursos de ventilação e nebulização em estabulação livre**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2008.
- Wedekin, V. S. P.; Bueno, C. R. F.; Amaral, A. M. P. Análise econômica do confinamento de bovinos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 9, p. 123-31, Set. 1994.