

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**NÍVEIS DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL SOBRE AS RESPOSTAS
FISIOLÓGICAS, COMPORTAMENTAIS, DESEMPENHO ANIMAL E
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E CARNE DE NELORE EM
CONFINAMENTO**

Diogo Alves da Costa Ferro

Orientador: Prof. Dr. Emmanuel Arnhold

GOIÂNIA
2015

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E
DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem resarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Diogo Alves da Costa Ferro		
E-mail:	Diogo2acf@hotmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Vínculo empregatício do autor	Docente da Universidade Estadual de Goiás		
Agência de fomento:	Sigla:		
País:	UF:	CNPJ:	
Título:	Níveis de sombreamento artificial sobre as respostas fisiológicas, comportamentais, desempenho animal e características de carcaça e carne de Nelore em confinamento		
Palavras-chave:	Desempenho, etologia, sistema intensivo, sombrite.		
Título em outra língua:	Levels of artificial shading on the physiological, behavioral, animal performance and carcass characteristics of males and meat Nellore cattle in an intensive production system		
Palavras-chave em outra língua:	Ethology, intensive system, performance, shading net		
Área de concentração:	Produção Animal		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	07/12/2015		
Programa de Pós-Graduação:	Zootecnia		
Orientador (a):	Dr. Emmanuel Arnhold		
E-mail:	emmanuelarnhold@yahoo.com.br		
Co-orientador (a):*	Dra. Eliane Sayuri Miyagi e Dra. Cláudia Bueno Peixoto		
E-mail:	eliane.miyagi@gmail.com e vetcpb@gmail.com		

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Diogo Alves da Costa Ferro
Diogo Alves da Costa Ferro

Data: 14 / 12 / 2015

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

DIOGO ALVES DA COSTA FERRO

**NÍVEIS DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL SOBRE AS RESPOSTAS
FISIOLÓGICAS, COMPORTAMENTAIS, DESEMPENHO ANIMAL E
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E CARNE DE NELORE EM
CONFINAMENTO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Zootecnia junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás

Área de Concentração:
Produção Animal

Linha de Pesquisa:

Interface entre desempenho produtivo, reprodutivo, aspectos genéticos e ambientais na produção animal

Orientador:

Prof. Dr. Emmanuel Arnhold - UFG

Comitê de Orientação:

Profa. Dra. Eliane Sayuri Miyagi – UFG
Profa. Dra. Claudia Peixoto Bueno - UEG

GOIÂNIA
2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Alves da Costa Ferro, Diogo Alves da Costa
Níveis de sombreamento artificial sobre as respostas fisiológicas,
comportamentais, desempenho animal e características de carcaça e
carne de Nelore em confinamento [manuscrito] / Diogo Alves da
Costa Alves da Costa Ferro. - 2015.
xiii, 47 f.

Orientador: Prof. Emmanuel Arnhold; co-orientador Eliane Sayuri
Miyagi; co-orientador Cláudia Peixoto Bueno.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Veterinária e Zootecnia (EVZ) , Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Goiânia, 2015.

Bibliografia.
Inclui abreviaturas, tabelas, lista de tabelas.

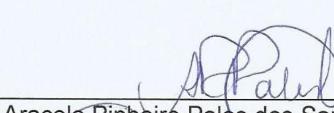
1. Desempenho. 2. Etiologia. 3. Sistema intensivo. 4. Sombrite. I.
Arnhold, Emmanuel , orient. II. Miyagi, Eliane Sayuri, co-orient. III.
Título.

DIOGO ALVES DA COSTA FERRO

Tese defendida e aprovada em **07/12/2015** pela Banca Examinadora
constituída pelos professores:



Prof. Dr. Emmanuel Arnhold
(ORIENTADOR (A))

Profa. 
Dra. Aracele Pinheiro Pales dos Santos – UEG/GO

Profa. 
Dra. Karyne Oliveira Coelho – UEG/GO

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França

Prof. Dr. Paulo Hellmeister Filho – EVZ/UFG

"Chegará o dia em que o homem conhecerá o íntimo dos animais. Nesse dia um crime contra um animal será considerado um crime contra a própria humanidade".

Leonardo da Vinci

A Deus e a minha família
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado o dom da vida, sabedoria, saúde, ânimo e perseverança para não desistir nos momentos difíceis.

Aos meus pais, que tanto amo, José Alves da Costa e Iraná de Fátima Alves Ferro, pelo amor, educação, dedicação, apoio e por serem um exemplo de vida. Essa vitória também é de vocês.

Ao meu irmão Rafael Alves da Costa Ferro, pelo apoio e por estar sempre presente em minha vida. Amo você.

Ao meu irmão Murilo Alves da Costa Ferro e minha cunhada Viviane Emanuele de Carvalho Ferro, pelo maior presente que já ganhei, minha afilhada Emanuele Alves de Carvalho Ferro. Amo muito vocês.

À minha noiva Luciana dos Reis Valadão pelo apoio, amizade e amor.

Ao professor Dr. Emmanuel Arnhold pela orientação na realização dessa tese, pela paciência, ética, compreensão e apoio. O senhor é um exemplo de profissional a ser seguido. Obrigado pela honra de ser seu orientando.

À professora Dra. Claudia Peixoto Bueno que faz parte do meu comitê de orientação e que foi fundamental para a elaboração dessa tese. Muito obrigado prima pelo apoio e amizade!

À professora Dra. Eliane Sayuri Miyagi pelo apoio na elaboração da tese e pela amizade.

À professora Dra. Aracele Pinheiro Pales dos Santos, pela amizade, incentivo e por todo o apoio na realização do experimento e na análise dos dados.

Ao professor Esp. Renato Tângari Dib, pelo exemplo de profissionalismo, ética, honestidade e acima de tudo pela amizade. Muito obrigado pela enorme ajuda com a nutrição dos bois durante o período experimental.

Aos meus amigos Dr. Luciano Schneider da Silva, Dr. Klayto José Gonçalves dos Santos, Dra. Fernanda Rodrigues Taveira Rocha, MSc. Bruna Paula Alves da Silva, Dra. Raquel Priscila de Oliveira, Dra. Karyne Coelho, MSc. Milena Rizzia, Dra. Clarice Backes e Dr. Alessandro Santos pelo apoio durante a realização do doutorado, incentivo e amizade acima de tudo.

A Universidade Federal de Goiás, em especial a Escola de Veterinária e Zootecnia e toda a sua equipe pela oportunidade da realização do doutorado em Zootecnia.

A Universidade Estadual de Goiás pelo apoio na realização do experimento, com o fornecimento de estrutura física, mão-de-obra e insumos. Sinto muito orgulho de ser egresso e docente dessa instituição de ensino.

Ao meu tio Jânio Darrot que disponibilizou os animais para o experimento da tese. Muito obrigado!

Aos meus alunos e amigos Tarcísio Ferreira do Carmo, Anderson Cândido, Hipólito Rosa, Ana Brigida Amorim, Ana Flávia Neves, Normando Bezerra Filho, Rogério Rodrigues e Talles Santos pela dedicação de vocês durante a construção do confinamento experimental da UEG e por todo o período de experimento, auxiliando em todos os manejos. Meu muito obrigado!

Aos meus alunos do curso de Zootecnia da UEG, que acompanharam a execução do experimento, Alex Andrade, Arthur Teodoro, Barbara Zago, Beatriz Coutinho, Beatriz Moreira, Bruna Arantes, Bruno Menezes, Byanka Soares, Caroline Andrade, Daniel Silva, Evelyn Souza, Fernanda Moreira, Filipe Mendonça, Hyago Andrade, Izabelle Silva, Jordana Apolinário, Joyce Silva, Kahena Milhomem, Kesley Nunes, Lainny Sousa, Lislla Peixoto, Luana Neto, Lucas Damasceno, Matheus Paula, Odair Neto, Pedro Ramos, Raiany Paula, Ruhan Rezende, Thaelly Amaral e Weliston Oliveira.

Aos meus amigos José Roberto da Costa Júnior, Felipe Brandão, Guilherme Garcês, Italo Santiago, Tânia Torres, Mariana Peraza, Gabriella Riad, Aline Araújo, Diego Gratão, Luiz Alves, Renata Vaz, Cairo Peixoto, Jorge Almeida, Humberto Ribeiro, Fernando Tosta, Regis Murilo, Otto Magalhães e Reginaldo Medeiros.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Zootecnia que não mediram esforços para transmissão de conhecimento e incentivo a pesquisa.

A toda minha família, avós, avô, tios, tias, padrinhos, madrinhas, primos e primas que sempre me apoiaram na construção deste sonho.

A todos os meus amigos, colegas e conhecidos que contribuíram direta ou indiretamente para a obtenção do título de doutor e para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1	Bem-Estar Animal.....	3
2.2	Termorregulação e Estresse Térmico.....	4
2.3	Fornecimento de Sombra.....	6
2.4	Comportamento de Bovinos Confinados.....	7
2.5	Características de Carcaça e Carne de Bovinos de Corte.....	8
	REFERÊNCIAS.....	11
CAPÍTULO 2	Behavioral responses of Nellore steers to artificial shading in an intensive production system.....	16
	Abstract.....	16
	Introduction.....	16
	Material and Methods.....	18
	Results and Discussion.....	20
	Conclusions.....	24
	References.....	25
CAPÍTULO 3	Weight gain and meat quality of Nellore males under different artificial shading levels in the feedlot.....	31
	Abstract.....	31
	Resumo.....	31
	Introduction.....	32
	Material and Methods.....	33
	Results and Discussion.....	36
	Conclusions.....	39
	References.....	39
CAPÍTULO 4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Table 1	Etiogram with category and description of behavior reported in experimental confinement.....	27
Table 2	Temperature and Humidity Index (THI) and Respiration Frequency (RF) in pens without shade netting and with 30%, 50% and 80% shade netting and light interception.....	28
Table 3	Mean time (min) for feeding behavior (FB), rest behavior (RB), rumination behavior (RMB) and behavior in other activities (BOA) of animals in the sun light and in 30%, 50% and 80% shade netting and light interception.....	29
Table 4	Mean frequency of water intake, urination, defecation, abnormal behavior, cleaning of others, playful behavior, social behavior and self-cleaning of animals without any shade and with 30%, 50% and 80% shade netting and light interception.....	30

CAPÍTULO 3

Table 1	Temperature-humidity index (THI) in the stalls without shading and with shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception.....	42
Table 2	Performance variables of male Nellore cattle without access to shade and with access to shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception.....	43
Table 3	Marbling, texture, fatness, backfat thickness (BFT), and loin-eye area (LEA) of male Nellore without access to shade and with access to shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception.....	44
Table 4	Meat color of the hindquarter region (HQ) and sirloin (SL) of male Nellore without access to shade and with access to shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception.....	45
Table 5	Body measurements of male Nellore without access to shade and with access to shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception...	46

LISTA DE ABREVIATURAS

ADWG	- Average daily weight gain
AOL	- Área de olho de lombo
BFT	- Backfat thickness
BFT	- Backfat thickness
BOA	- Behavior in other activities
CD	- Carcass dressing
Cm ²	- Centímetros quadrado
DBT	- Dry bulb temperatures
EGS	- Espessura de gordura subcutânea
FB	- Feeding behavior
FC	- Frequência cardíaca
FI	- Feed intake
FR	- Frequência respiratória
FW	- Final weight
FW	- Fasted weight
GP	- Ganho em peso
h	- Horas
HHA	- Hipotálamo-hipófise-adrenal
HHT	- Hipotálamo-hipófise-tireoide
HQ	- Hindquarter region
IW	- Initial weight
Kg	- Quilograma
LEA	- Loin-eye area
m	- Metro
m ²	- Metro quadrado
mm	- Milímetros
°C	- Graus Celsius
RB	- Rest behavior
RC	- Rendimento de carcaça
RF	- Respiration frequency
RMB	- Rumination behavior

SL	-	Sirloin
SNA	-	Sistema nervoso autônomo
SNC	-	Sistema nervoso central
TC	-	Temperatura corporal
TCI	-	Temperatura crítica inferior
TCS	-	Temperatura crítica superior
THI	-	Temperature and humidity index
TWG	-	Total weight gain
UR	-	Umidade relativa
WBT	-	Wet bulb temperatures
ZCT	-	Zona de conforto térmico

RESUMO

Objetivou-se com o desenvolvimento deste trabalho avaliar a influência dos diferentes níveis de sombreamento artificial nas respostas fisiológicas, comportamentais, desempenho animal e características de carcaça e carne de machos Nelore em sistema intensivo de produção. O experimento foi realizado no período de julho a outubro de 2014, no confinamento experimental do curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Goiás. Utilizaram-se 24 baias duplas de 24 m², destas, seis eram mantidas a céu aberto, seis com sombrite preto com malha 30%, seis com malha 50% e seis com malha 80%, cobrindo seis m² de sombra por baia, totalizando 48 bovinos machos Nelore, com peso médio inicial de 310 kg. Foi realizado duas vezes por semana avaliação de índice de temperatura e umidade e frequência respiratória e quinzenalmente a avaliação de comportamento, com início às 6:00h e término às 18:00h, totalizando 12h de avaliação. Observou-se o comportamento alimentar, ruminação, descanso, outras atividades, social, cuidados corporais, lúdico e anormal. Diariamente era realizada a pesagem da dieta fornecida aos animais e das sobras no cocho para determinação do consumo. No inicio do experimento foi realizado a pesagem inicial dos animais e outras três pesagem até o final do experimento, seguido do abate e avaliações de desempenho e características da carcaça e da carne. Quando se avaliou o índice de temperatura e umidade e frequência respiratória, verificou-se que os menores valores encontrados foram nas baias e nos animais mantidos com sombrite de 80 e 50% de interceptação luminosa. Não se observou diferença significativa nos tempos de comportamento alimentar e de ruminação e nas frequências de micção, defecação, autolimpeza e comportamentos sociais e anormais entre os animais mantidos sem ou com acesso ao sombreamento artificial. Foi observado que o comportamento de descanso, outras atividades e lúdico não diferiram entre os animais mantidos nas baias com 30, 50 e 80% de interceptação luminosa. Não foi observado diferença significativa entre o consumo de ração, peso inicial, peso final, ganho em peso total, ganho em peso médio diário, rendimento de carcaça, marmoreio, textura, acabamento, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo, coloração, comprimento e perímetro de coxa, comprimento e perímetro de braço e comprimento de carcaça dos animais nos diferentes tratamentos. A utilização de sombreamento artificial não teve efeito significativo na maioria dos comportamentos, no desempenho e na qualidade da carne de bovinos Nelore em confinamento uma vez que a temperatura ambiente manteve dentro da zona de conforto térmico.

Palavras-chave: Desempenho, etologia, sistema intensivo, sombrite.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of different levels of artificial shading on the physiological, behavioral, animal performance and carcass characteristics of males and meat Nellore cattle in an intensive production system. The experiment was carried out from July to October 2014, in the experimental feedlot in the Animal Science Department at the State University of Goiás. Twenty-four double 24 m² stalls were used: six in the open air, six covered with black shading net with 30% light interception, six with shading net 50%, and six with shading net 80%, covering 6 m² in shade per stall, totaling 48 male Nellore cattle with an average initial weight of 310 kg. Temperature-humidity index and respiratory frequency were evaluated twice weekly, and behavior was evaluated fortnightly, starting at 06h00 and ending at 18h00, in a total of 12 h of evaluation. Feeding, rumination, rest, other activities, social, body care, playful, and abnormal behaviors were observed. The feed supplied to the animals and the orts left in the trough were weighed daily to determine their intake. Animals were weighed at the onset of the experiment and another three times until its end, followed by slaughter and assessments of characteristics and carcass and meat quality. The lowest values for temperature-humidity index and respiratory frequency were found in the stalls and animals under shading net with 80 and 50% light interception. There was no significant difference between the feeding and rumination times and frequencies of urination, defecation, self-cleaning act, and social and abnormal behaviors between the animals kept without and with access to artificial shading. Rest, other activities, and playful behaviors did not differ between the animals kept in the stalls with 30, 50, and 80% of light interception. No significant difference was observed between feed intake, initial weight, final weight, total weight gain, average daily weight gain, carcass dressing, marbling, texture, fat cover degree, subcutaneous fat thickness, loin-eye area, meat color, length and circumference thigh and leg, or carcass length of the animals in the different treatments. The use of artificial shading had no significant effect on most behavioral variables, performance, and meat quality of feedlot Nellore cattle, as the ambient temperature remained within the thermal comfort zone.

Keywords: Ethology, intensive system, performance, shading net

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, é considerado o maior exportador de carne bovina e o segundo maior produtor. Estima-se que em 2023, com o aumento da população e de sua renda, o país irá consumir 10,8 milhões toneladas de carne, com um consumo de 50 kg/habitante/ano, e as exportações deverão ser de 2,8 milhões toneladas. Para isso a produção brasileira de carne bovina deverá atingir o montante de 13,6 milhões de toneladas em 10 anos, sendo necessário intensificar o sistema produtivo¹.

O sistema de produção de carne brasileiro vem se desenvolvendo a cada ano, seja com criações exclusivamente a pasto ou com terminações em confinamento. Mas, para se obter uma produção de carne em quantidade e qualidade faz-se necessário o fornecimento de dietas balanceadas, a escolha de animais mais adequados para determinadas regiões e a adoção de instalações que possam proporcionar maiores respostas dos animais, entre outros.

Na escolha de animais, tem-se optado pela raça Nelore, no Brasil reconhecida pela sua rusticidade e capacidade de adaptação às condições climáticas do país, como altas temperaturas. A capacidade de adaptação do Nelore está bastante envolvida com a cor da pelagem, pigmentação da epiderme, quantidade e volume das glândulas sudoríparas, classificadas do tipo saculiformes, enquanto um animal de origem europeia possuem as glândulas do tipo enovelada, caracterizada pela menor produção de suor quando comparado aos animais *Bos indicus*. Essas características adaptativas, juntamente com as produtivas e reprodutivas, contribuem para tornar a raça Nelore uma das favoritas entre os pecuaristas brasileiros.

Quando se trabalha com *Bos indicus* adultos, observa-se resistência perante altas temperaturas, com a temperatura critica superior (TCS) de 35° C². A presença de temperatura ambiente superior a TCS pode desencadear respostas negativas dos animais, em função do estresse térmico por hipertermia, como modificações fisiológicas, comportamentais e produtivas. Com isso, segundo Ferreira³, faz-se necessário à utilização de instalações para proporcionar um maior conforto térmico para esses animais, a fim de obter maior produtividade. O fornecimento de sombra é um cuidado básico de fundamental importância para se controlar os principais elementos climáticos, como temperatura,

umidade e radiação solar. As sombras podem ser fornecidas de maneira natural ou artificial.

O sombreamento natural, com utilização de árvores, é mais eficiente do que o sombreamento artificial, por diminuir a incidência da radiação solar e a temperatura sob as árvores. Tendo visto que, nem sempre é possível a adoção do sombreamento natural, pode-se optar pelo sombreamento artificial, como o sombrite de fibra sintética de polipropileno, capaz de fornecer melhor ambiente aos animais e reduzir casos de estresse térmico⁴, ou seja, a perda de calor por meio da evaporação.

Partindo do pressuposto que caso o animal esteja em estresse térmico pode-se observar modificações fisiológicas ligadas ao sistema nervoso autônomo (SNA), sistema neuroendócrino e algumas alterações secundárias. Dentre essas modificações, o aumento da frequência respiratória (FR) é mais evidente, na tentativa de aumentar a termólise evaporativa⁵.

Além das respostas fisiológicas os animais podem apresentar respostas comportamentais em função das variáveis ambientais, como foi observado por Marques et al.⁶ que verificaram modificação no comportamento alimentar de bovinos criados em confinamento, com e sem a presença de sombrite de malha 70%, onde o uso do sombreamento aumentou o conforto térmico para os animais e o comportamento alimentar.

O aumento do comportamento alimentar, com a presença de sombra, pode gerar benefícios para a produção e qualidade de carne, como foi observado por Lopes⁷, quando comparou bovinos da raça Nelore e anelados confinados comercialmente, verificando um maior ganho em peso (GP) e rendimento de carcaça (RC) quando criados com acesso ao sombrite de malha 80%.

A influência do sombreamento no desempenho fisiológico, comportamental e produtivo de bovinos vem sendo bastante discutido, mas isso quando se trata de animais de origem europeia ou animais mestiços, ficando a desejar estudos com animais *Bos indicus*, principalmente da raça Nelore. Neste contexto, objetivou-se avaliar a influência dos níveis de sombreamento artificial nas respostas fisiológicas, comportamentais, desempenho animal e características de carcaça e carne de machos Nelore em confinamento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Bem-Estar Animal

“Bem-estar animal pode ser definido como a qualidade de vida satisfatória, envolvendo alguns aspectos como a saúde, necessidades, felicidade, liberdades, longevidade, sentimentos e controle⁸”.

Para se obter o bem-estar dos animais, durante o processo produtivo, deve-se trabalhar para garantir as cinco liberdades, definidas e desenvolvidas após Ruth Harrison em 1964 causar uma indignação da sociedade inglesa ao escrever no livro *Animal Machines* (Máquina Animal) os maus tratos e a crueldade que os animais criados confinados eram submetidos, culminando, em 1965, na criação do Comitê Brambell, que criou o termo “Cinco Liberdades”. Nas quais sequencialmente foram melhoradas pelo *Farm Animal Welfare Council* (Conselho de Bem-Estar na Produção Animal) no Reino Unido, sendo usada em todo o mundo⁹.

Sendo assim, para a caracterização do bem-estar animal, se faz necessário atender o perfil das cinco liberdades¹⁰. Sendo elas¹¹:

1^a Liberdade Fisiológica – Livre de fome e sede: providenciando acesso à água fresca e alimento, com indicação zootécnica à categoria individual que o animal se encaixa;

2^a Liberdade Ambiental – Livre de desconforto: provendo ambiente e abrigo com espaço adequado;

3^a Liberdade Sanitária – Livre de dor, ferimentos ou doenças: abrangendo prevenção, rápido diagnóstico e tratamento;

4^a Liberdade Comportamental – Livre para expressar o seu comportamento natural ou normal;

5^a Liberdade Psicológica – Livre de medo e angustia: promovendo condições que evitem sofrimento mental.

Com a criação das cinco liberdades tornou-se possível quantificar o bem-estar animal, diminuindo o grau de subjetividade sobre o termo. No entanto as cinco liberdades são apenas uma indicação inicial sobre o que deve ser avaliado no ambiente para que possa ser disponibilizado um ambiente adequado ao animal, ou seja, definem apenas um padrão

mínimo, visto que é extremamente difícil disponibilizar ao animal todas as liberdades o tempo todo¹¹.

O bem-estar dos animais pode ser verificado por meio das respostas que eles fornecem em dependência do meio em que estão vivendo, se estão ou não em condições estressantes. Dentre essas respostas, destacam-se os indicadores fisiológicos, imunológicos e comportamentais. As respostas fisiológicas dos animais em função das alterações no bem-estar estão integradas via o sistema nervoso central (SNC), que pode desencadear respostas fisiológicas por ativação do SNA, pelo sistema neuroendócrino e alterações secundárias¹⁰.

Dentre as respostas fisiológicas por ativação do SNA estão a frequência cardíaca (FC), pressão arterial, níveis de catecolamina, FR, alterações de habituação das adrenais, enzimas das adrenais e presença do ácido vanililmandélico. As alterações neurológicas possuem algumas subdivisões que respondem a mudanças no bem-estar como no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA) com a produção de hormônio liberador de corticotrofina, hormônio adrenocorticotrófico e glicocorticoide como o cortisol, o eixo hipotálamo-hipófise-tireóide (HHT), a hipófise anterior e a hipófise posterior. E as respostas secundárias que incluem a temperatura corporal (TC), níveis de opióides e patologias em órgãos¹².

Outra forma de avaliação, do bem-estar pode ser a utilização de resposta imunológica, onde o estresse prolongado leva à supressão da resposta imune, com a redução da produção e atividade das células de defesa⁸.

Os indicadores comportamentais utilizados na ciência do bem-estar podem ser de acordo com a observação do comportamento, escolhas, trabalho que um animal fará para obter o que necessita, trabalho que um animal fará para escapar de um estímulo desagradável e desvios de comportamento normal. Também pode-se avaliar se o bem-estar do animal está comprometido, como a verificação da gama de atividades limitadas, ofegar ou suar, amontoar ou tremer, depressão, medo ou agressividade anormal em relação a humanos e estereotipias ou outras anormalidades comportamentais¹².

2.2. Termorregulação e Estresse Térmico

Os bovinos, tais como outros ruminantes, são animais homeotérmicos, apresentando mecanismos fisiológicos que se destinam a manter a TC dentro dos limites da

termoneutralidade ou zona de conforto térmico (ZCT), mesmo sob constantes variações das condições ambientais¹³. Segundo Azevedo et al.¹⁴ a TC é mantida por meio do fluxo de calor determinado por processos fisiológicos que dependem da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar (UR).

A ZCT é determinada pela faixa de temperatura ambiental, que abrange desde a temperatura crítica superior (TCS) até a temperatura crítica inferior (TCI). Dentro da ZCT, existe uma faixa térmica para o ótimo desempenho e saúde, classificada como faixa A, onde os animais estão livres de estresse térmico e suas funções fisiológicas e comportamentais estão normais. Quanto mais próximo a temperatura ambiente se aproxima dos limites da ZCT, maior será a utilização de mecanismos fisiológicos e comportamentais para manter a homeotermia. Quando a temperatura ambiente ultrapassa esses limites ocasionam estresse pelo frio ou calor¹⁵.

Quando se trabalha com bovino *Bos indicus* adulto deve-se verificar os limites da ZCT para se obter melhor índices produtivos, com TCI de 0º C e TCS de 35º C, com a faixa de ótimo desempenho e saúde entre 10 a 27º C². À medida que a temperatura ambiente ultrapassa os limites da ZCT, o bovino entrará em estresse térmico, ocasionando alterações fisiológicas, imunológicas e comportamentais¹⁶.

Independente do tipo de estresse sofrido, os bovinos buscam manter a homeotermia por meio de processos de transferência de energia térmica, seja pelos mecanismos sensíveis, como a condução, convecção e radiação, ou mecanismos latentes, por evaporação ou condensação¹⁷.

O estresse pode ser definido como uma resposta fisiológica do organismo, provocado por alterações da homeostasia, que busca fornecer ao animal subsídios para responder e adaptar-se a estas alterações. Se houver um estresse prolongado, haverá modificações fisiológicas e comportamentais no animal¹⁸.

A combinação de vários elementos climáticos como a temperatura do ar, umidade relativa e radiação, quando fora da ZCT, provocam alterações que interferem negativamente na produtividade, reprodução e no comportamento animal¹⁹. Essas alterações podem ser observadas como um menor tempo de comportamento alimentar, com redução na ingestão de matéria seca²⁰, no aumento da FC e FR, que geram um calor endógeno, pela atividade muscular e no desvio da energia que seria utilizada nos processos metabólicos e produtivos²¹.

2.3. Fornecimento de Sombra

As respostas fisiológicas e comportamentais dos bovinos são alteradas em função dos elementos climáticos aos quais estão expostos, porém, a utilização de artifícios para climatização dos ambientes na produção de bovinos reduz o estresse calórico. Assim, devem-se adotar alternativas que promovam adequadas condições ambientais aos animais, que minimizem as perdas produtivas ou ainda incrementem a produtividade²².

Dentre essas alternativas, pode-se trabalhar com a utilização eficiente dos recursos naturais, além das modificações primárias e secundárias do ambiente. As modificações primárias são classificadas como de simples execução, como a utilização de sombreamento e ventilação natural, já as secundárias envolvem a utilização de exaustores, ventiladores, aspersores ou qualquer outro equipamento que modifique o ambiente das instalações. 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 umidade⁴, 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 ano²⁰.

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 animal².

A prática de utilização de sombrite em confinamento não vem sendo adotada com frequência, assim, durante o verão pode-se observar maiores casos de estresse calórico. A adoção de estruturas de sombreamento poderia ser utilizada para amenizar o impacto da carga de calor radiante²³.

Marques et al.⁶ comparando o comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento com e sem acesso a sombra, verificaram que as temperaturas de globo negro e de bulbo seco foram maiores no ambiente sem sombreamento, mas essa diferença não foi o suficiente para afetar o ganho em peso dos animais, ambos os tratamentos com ganho de 1,2 kg por dia, com maior ingestão de alimentos e ruminação para os animais mantidos

sem sombreamento e um maior tempo de descanso para os animais mantidos com sombreamento.

Silva et al.²⁴ observando o desempenho de vacas da raça Pitangueira com acesso a sombra, verificaram um maior ganho em peso para os animais mantidos em ambiente com sombreamento artificial.

2.4. Comportamento de Bovinos Confinados

O comportamento animal pode ser definido como todas as ações ou reações de um organismo em interação com o meio ambiente, geralmente envolve movimentos e pode ser estimulada por diversos fatores internos e externos. A expressão do comportamento vai depender do ambiente no qual o animal está inserido²⁵.

Em vida livre um bovino adulto expressa comportamentos normais como o comportamento alimentar em pastejo de duração de até 14 horas, comportamento de cuidado corporal como a micção com frequência de aproximadamente nove vezes ao dia, defecação de 12 a 18 vezes ao dia. Realizam a autolimpeza, caracterizada como o contato de duas partes do próprio corpo do animal ou ainda a utilização do meio ambiente para realizar comportamentos de coçar ou lamber. Quando mantidos em grupo observa-se também alto contato social, por ser um animal gregário, com a realização de alolimpeza, comportamento lúdico, exploratório, reprodutivo, materno ou qualquer outro comportamento normal da espécie⁸.

Entretanto essa gama de atividades comportamentais é limitada quando os bovinos são mantidos em confinamento, onde a maioria das suas atividades se resumem em alimentação, ruminação e ócio, com os períodos de ruminação e ócio intercalados com o alimentar. O tempo do comportamento alimentar vai depender da frequência e horário do fornecimento do alimento no cocho, como foi observado que o fornecimento de volumoso e concentrado em uma, duas ou três vezes ao dia, estimulou os animais a intensificar a ida ao cocho e a ingestão do alimento no momento do fornecimento²⁶.

A atividade limitada faz com que os bovinos passem a desenvolver alguns comportamentos anormais em função de viverem em um ambiente que limita suas atividades normais, principalmente a locomoção e a exploração. Dentre os principais comportamentos anormais pode-se citar a sodomia, caracterizada como um distúrbio de comportamento que consiste na monta entre animais do mesmo sexo, normalmente o

animal de baixa posição hierárquica é aquele que é montado. A sodomia pode trazer consequências negativas para o sistema produtivo, como por exemplo, ferimentos, lesões de cascos, membros e carcaças, podem ocasionar em uma redução do consumo de alimentos, afetando negativamente no ganho em peso e desempenho dos animais²⁷.

Além da sodomia, pode-se observar a lignofagia, geofagia, mordedura de arames ou distúrbios locomotores como o andar estereotípico, que consiste na movimentação do animal em torno dos limites da baia, o que pode ocasionar um maior gasto energético e menor ganho em peso. A lignofagia é caracterizada pela mastigação e ingestão de lascas de postes das cercas, o que pode levar a sérias obstruções intestinais ou lesões na boca dos bovinos. A geofagia é a ingestão de terra, causando sérios problemas por impacções no abomaso⁸.

2.5. Características de Carcaça e Carne de Bovinos de Corte

As características de carcaça e carne de bovinos de corte podem ser influenciadas por diversos fatores, entre eles, o manejo alimentar, genética, idade, manejo pré-abate²⁸, sendo todos os fatores de fundamental importância para o desempenho animal.

Dentre as principais características de carcaça pode-se citar o peso, rendimento de carcaça (RC), acabamento, conformação, área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS), que são fundamentais para determinação do preço obtido pela venda das carcaças. Já as características relacionadas à carne estão a cor, marmorização, maciez, textura, palatabilidade e suculência, características relacionadas ao interesse do consumidor²⁹.

Segundo Freitas et al.³⁰ uma carcaça bovina de boa qualidade e com bom RC, para assegurar boas condições do produto, devem apresentar ótima relação entre as partes que compõem o bovinos, com máximo de músculo, quantidade adequada de gordura para proteção da carcaça e satisfação do mercado e mínimo de osso.

Na avaliação de conformação pode-se classificar as carcaças subjetivamente pelo desenvolvimento muscular em convexa, subconvexa, retilínea, subretilínea, côncava e subcôncava³¹, com maior frequência de observação do tipo retilínea para animais Nelore³².

A AOL tem sido relacionada com a musculosidade, rendimento de carcaça e rendimento de cortes de alto valor comercial. Verificada por meio de corte transversal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costela, expondo o músculo para determinação

da área, com o auxilio de uma matriz plástica formada por quadrados com uma área de 1 cm² cada, obtendo a AOL a partir da contagem dos quadrados em contato com a superfície do músculo exposto³³. De acordo com Lopes et al.³⁴ a AOL sofre bastante influencia da raça, sendo que animais *Bos taurus* tendem a apresentar maior AOL em relação a animais *Bos indicus*, em função de sua maior taxa de crescimento quando submetidos as mesmas condições, observando valores de 91,27 cm² e 80,97 cm² para animais Red Norte e Nelores, respectivamente.

A EGS é fundamental para os aspectos visuais da carcaça e da qualidade da carne, uma vez que serve como proteção contra a desidratação e escurecimento das partes externas dos músculos durante o resfriamento, além de proteger contra o encurtamento das fibras musculares. Assim, as carcaças devem apresentar uma EGS maior que três mm, que é o mínimo preconizado pelos frigoríficos³⁵.

A coloração da carne é uma característica física da carne com grande importância na aceitação pelo mercado consumidor, por estar relacionada a características de conservação e frescor. Sua avaliação medida por valores de L*, a* e b* com auxilio de um colorímetro digital, onde, L* indica luminosidade, a* e b* cromaticidade, onde, a* indica teores de vermelho a verde e b* teores de amarelo a azul, podendo variar em função da idade, sexo, atividade física, características da carne e raça, observando valores de a* e b* semelhantes e uma maior luminosidade para os animais Red Norte quando comparado ao Nelore, com valores de 34,60 e 33,74, respectivamente³⁶.

A marmorização da carne é utilizada como um indicador da quantidade de gordura intramuscular e está associado com a maciez e palatabilidade da carne. O grau de marmorização do músculo *Longissimus dorsi* pode ser avaliado por meio de um padrão gráfico que permite a avaliação visual por comparação, identificando o marmoreio quando à ausência, poucos traços, pequeno a moderado, moderado a ligeiramente abundante ou abundante³³. Segundo Gordo³⁷ a avaliação também pode ser realizada pela contagem de traços de marmoreio, sendo de 1 a 3, classificado como traços, T – (1), T0 (2) e T+ (3); de 4 a 6, considerado leve, com L- (4), L0 (5), L+ (6); 7 a 9, pequeno (P); 10 a 12, médio (Me); 13 a 15, moderado (Mo); e 16 a 18, abundante (A).

A maciez da carne pode ser medida de forma subjetiva ou objetiva. O método subjetivo é realizado com a participação de pessoas treinadas à provar a carne e determinar a maciez. O método objetivo é realizado com equipamento, como o texturômetro, que mede a força de cisalhamento em um corte transversal da carne e, quanto maior a força

dispensada, menor é a maciez da carne, podendo sofrer influência da idade, genética, sexo, estresse, características da carcaça, entre outros²⁸.

Avaliando a maciez da carne de animais *Bos indicus* e *Bos taurus*, Rossato et al.³⁸ verificaram que a carne dos animais *B. indicus* apresenta um menor maciez, o que pode ser explicada pela maior atuação da enzima calpastatina, que inibi a ação da calpaína responsável pelo amaciamento da carne no *post mortem*.

REFERÊNCIAS

- 1- Brasil Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Plano mais pecuária. Brasília: MAPA/ACS; 2014. 32 p.
- 2- Ferreira RA. Maior Produção com Melhor Ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil; 2005. 371p.
- 3- Ferreira LCB. Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra. Dissertação. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias; 2010.
- 4- Ferro DAC, Miyagi ES, Silva LS. Aspectos ambientais das edificações rurais para vacas leiteiras. In: Ferro RAC, Ferro DAC. Tópicos Aplicados à Bovinocultura de Leite. Goiânia: Kelps; 2012. p.87-94.
- 5- Moraes DAEF, Maia ASC, Silva RG, Vasconcelos, A. M.; Lima PO, Guilhermino MM. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. R. Bras. Zootec. 2008;37(3):538-545.
- 6- Marques JÁ, Ito RH, Zawadzki F, Moggioni D, Bezerra GA, Pedroso PHB, Prado IN. Comportamento Ingestivo de Tourinhos Confinados com ou sem Acesso à Sombra. Campo Dig. 2007;2(1):43-49.
- 7- Lopes, A. C. R. Ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos de corte confinados com acesso a sombra. Dissertação. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Medicina Veterinária; 2010.
- 8- Broom DM, Fraser AF. Comportamento e bem-estar de animais domésticos. 4a ed. Barueri: Manole; 2010. 421p.

- 9- Ludtke CB, Silveira ETF, Bertoloni W, Andrade JC, Buzelli ML, Bessa LR, Soares GJD. Bem-estar e qualidade de carne de suínos submetidos a diferentes técnicas de manejo pré-abate. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 2010;11(1):231-241.
- 10- Grandin T, Johnson C. O bem-estar dos animais - Proposta de uma vida melhor para todos os bichos. São Paulo: Rocco; 2010. 334p.
- 11- Ferro DAC, Ferro RAC, Miyagi ES, Costa MA, Oliveira RPC. Aspectos gerais relacionados ao bem-estar animal. In: Ferro DAC, Ferro RAC, Oliveira RPC. Bem-estar animal: qualidade de vida e sucesso zootécnico. Goiânia: Kelps; 2014. p.17-26.
- 12- Wspa Sociedade Mundial de Proteção aos Animais. Indicadores fisiológicos, imunológicos e comportamentais do bem-estar animal. [Acesso em: 13 de julho de 2015]. Disponível em: <http://www.worldanimalprotection.org.br/>.
- 13- Baêta FC, Souza CF. Ambiência em Edificações Rurais: conforto animal. 2a ed. Viçosa: UFV; 2010. 269p.
- 14- Azevedo DMMR, Alves AA, Feitosa FS, Magalhães JÁ, Machado CHM. Adaptabilidade de bovinos da raça Pé-Duro às condições climáticas do semiárido do estado do Piauí. Arch. Zootec. 2008;57:513-523.
- 15- Ferro DAC, Santos APP, Oliveira K. O. Efeito do ambiente na produção e composição do leite. In: Ferro RAC, Ferro DAC. Tópicos Aplicados à Bovinocultura de Leite. Goiânia: Kelps; 2012. p.65-78.
- 16- Perissinotto M, Moura DJ, Matarazzo SV, Silva IJO, Lima KA. O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. Eng. Agric. 2006;36(3):663-671.
- 17- Almeida GLP, Pandorfi H, Guiselini C, Almeida GAP, Morril WBB. Investimento em climatização na pré-ordenha de vaca girolando e seus efeitos na produção de leite. Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient. 2010;14(12):1337-1344.

- 18- Santos APP, Santos KJG, Silva LS. Bem-estar na bovinocultura relacionado à produção animal. In: Ferro DAC, Ferro RAC, Oliveira RPC. Bem-estar animal: qualidade de vida e sucesso zootécnico. Goiânia: Kelps; 2014. p.27-52.
- 19- Silva GA, Souza BB, Alfaro CEP, Azevedo AS, Neto JÁ, Silva EMN, Silva AKB. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semiárido paraibano. Agrop. Cient. Sem. 2005;1:7-14.
- 20- Rodrigues AL, Souza BB, Pereira Filho JMP. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. Agrop. Cient. Sem. 2010;6(2):14-22.
- 21- Souza BB, Silva IJO, Mellace EM, Santos RFS, Zotti CA, Garcia PR. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. Agrop. Cient. Sem. 2010;6(2):59-65.
- 22- Cattelam J, Vale MM. Estresse Térmico em Bovinos. Rev. Port. Ciênc. Vet. 2013;108(587-588):96-102.
- 23- Kazama R, Roma CFC, Barbosa OR, Zeoula LM, Ducatti T, Tesolin LC. Orientação e sombreamento do confinamento na temperatura de superfície do pelame de bovinos. Acta Sci. Anim. Sci. 2008;30(2):211-216.
- 24- Silva ECL, Modesto EC, Azevedo M, Ferreira MA, Dubeux Júnior JCB, Schuler ARP. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. Acta Sci. Anim. Sci. 2009;31(3):295-302.
- 25- Lazerri F. Um estudo sobre definições de comportamento. Rev. Bras. Anál. Comp. 2013;9(1):47-65.

- 26- Pazdiora RD, Brondani IL, Silveria MF, Arboitte MZ, Cattelam J, Paula PC. Efeitos da frequência de fornecimento do volumoso e concentrado no comportamento ingestivo de vacas e novilhas em confinamento. *R. Bras. Zootec.* 2011;40(10):2244-2251.
- 27- Malafaia P, Barbosa JD, Tokarnia CH, Oliveira CMC. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. *Pesqui. Vet. Bras.* 2011;31(9):781-790.
- 28- Alves DD, Tonissi RH, Goes B. Maciez da carne bovina. *Ci. Anim. Bras.* 2005;6(3):135-149.
- 29- Missio RL, Brondani IL, Alves Filho DC, Restle J, Arboitte MZ, Segabinazzi LR. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. *R. Bras. Zootec.* 2010;39(7):1610-1617.
- 30- Freitas AK, Restle J, Pacheco OS, Padua JT, Lage ME, Miyagi ES, Silva GFR. Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. *R. Bras. Zootec.* 2008;37(6):1055-1062.
- 31- Ferreira ET, Nabinger C, Elejalde DAG, Freitas AK, Schmitt F, Tarouco JU. Terminação de novilhos de corte Angus e mestiços em pastagem natural na região da Campanha do RS. *R. Bras. Zootec.*, 2011;40(9):2048-2057.
- 32- Sartor Neto A, Ribeiro ELA, Mizubuti IY, Pereira ES, Cunha GE, Silva LDF, Barbosa MAAF, Bumbieris Junior VH. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore confinados recebendo dietas de alto teor de concentrado com diferentes níveis de tanino. *Ciênc. Agrár.* 2011;32(3):1179-1190.
- 33- Rubiano GAG, Arrigoni MB, Martins CL, Rodrigues E, Gonçalves HC, Angerami CN. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoce das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. *R. Bras. Zootec.* 2009;38(12):2490-2498.

- 34- Lopes LS, Ladeira MM, Machado Neto OR, Paulino VR, Chizzotti ML, Ramos EM, Oliveira DM. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. R. Bras. Zootec. 2012;41(4):970-977.
- 35- Rotta PP, Prado IN, Prado RM. Desempenho, qualidade da carcaça e da carne em bovinos. In: Prado IN. Produção de Bovinos de Corte e Qualidade da Carne. Maringá: Eduem; 2010. 242p.
- 36- Andrade PL, Bressan MC, Gama LT, Gonçaves TM, Ladeira MM, Ramos E. Mendes. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. R. Bras. Zootec. 2010;39(8):1791-1800.
- 37- Gordo DGM. Estudo genético quantitativo da qualidade da carcaça e da carne e suas associações com as características de avaliação visual na raça Nelore. Tese. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária; 2014.
- 38- Rossato LV, Bressan MC, Rodrigues EC, Gama LT, Bessa RJB, Alves SPA. Parâmetros físicos-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. R. Bras. Zootec. 2010;39(5):1127-1134.

CAPÍTULO 2 – Physiological and behavioral responses of Nellore steers to artificial shading in an intensive production system

ABSTRACT - The influence of artificial shading on environmental variables and on behavioral responses of Nellore steers in an intensive production system was evaluated in this study. The experiment was conducted in an experimental ranch feedlot between July and October 2014. Forty-eight Nellore steers with an initial weight of 310 kg were maintained in twenty-four 24-m² double pens. Six pens were in the open air; six were covered with black shade netting of 30% light interception; six with black shade netting 50%; and six with black shade netting 80%, covering 6 m² per pen. Temperature-humidity index (THI) and respiratory frequency (RF) were assessed twice weekly and behavior was evaluated fortnightly during 12 h, between 06:00 h and 18:00 h. Feeding behavior, rumination, rest, and social activities such as body care and playful and abnormal activities were observed. A significant increase was found in THI and RF as the shading levels decreased, whilst a significant difference was recorded in rest and in other activities, water intake, and playful behavior. Rest time and playful behavior increased significantly, and other activities and water intake decreased with the increase in shading levels. Shading does not change the time spent on feeding behaviors and rumination, or the frequencies of urination, defecation, cleaning other animals, self-cleaning, and social and abnormal types of behavior.

Key Words: behavior, environment, performance, welfare

Introduction

The association between several climate conditions, such as air temperature, relative air humidity, wind, and solar radiation, causes physiological changes that interfere with the behavior and productivity of animals (Silva et al., 2005). As the ambient temperature exceeds their critical temperature to steers, these animals experience heat stress, which causes behavioral and physiological alterations that affect production and reproduction (Perissinotto et al., 2006).

Air humidity is another factor that may change the behavior and welfare of animals. According to Garcia (2006) high humidity percentages reduce sweating rate and obstruct water evaporation and transference of heat from the skin surface to the environment, resulting in the accumulation of body heat and discomfort. In an attempt to establish heat exchange with the environment, the animal adopts behavioral changes, such as decreasing feed intake, increasing water intake and resting time, and having abnormal behaviors.

Facilities that provide thermal comfort to animals are thus required. Shading is highly important for controlling solar radiation, which is one of the main climatic factors directly affecting animals and interfering with other climatic elements (Ferreira, 2005). Shade nets benefit the microclimate within a confinement area, where shaded pens may have lower temperatures and lower temperature-humidity indexes, providing positive physiological responses like changes in respiratory frequency and behavioral responses in animals.

An increase in respiratory frequency occurs when animals feel heat stress resulting from their efforts to increase evaporation thermolysis. Besides physiological responses, animals may display behavioral responses due to environmental variables.

The main behavioral factors affected by heat stress comprise increased water intake, decreased rumination, reduced daytime grazing and increased night grazing, longer idle periods, and increased number of stereotypical abnormal behaviors (Meyer et al., 2006; Pires and Campos, 2008).

Steers with behavioral disorders, e.g., sodomy, characterized by same-sex animals having intercourse with each other, may have injuries, lesions, and traumas, and consequently great energy losses, impaired performance, and even death (Malafaia et al., 2011).

This study evaluated the influence of artificial shading on environmental variables

and on the physiological and behavioral responses of steers in intensive production systems.

Material and Methods

The experiment was conducted in São Luís de Montes Belos - GO, Brazil ($16^{\circ}31'20''$ S and $50^{\circ}22'48''$ W), during 86 days, between July and October 2014, authorized by the Ethics Committee on the Use of Animals (*Comissão de Ética no Uso de Animais* - CEUA) of the UFG, under protocol no. 030/14. The climate of São Luís de Montes Belos is considered tropical, with an average temperature of 24.3° C and average annual rainfall of 1566 mm.

Forty-eight Nellore steers with an average initial weight of 310 kg, varying between 306.75 and 314.33kg, at an average age 20 months, originating from the same commercial herd, were used in the experiment. Animals were confined in double 4 m \times 6 m pens, totaling 24 m². Twenty-four pens were used: six pens had 0% cover; six pens were covered with a black shade net made of synthetic polypropylene fiber, 30%-light interception mesh; six with 50% mesh; and six with 80% mesh. The shade netting covered part of the area, with 6 m² of shade per pen.

The diet consisted of sorghum and corn silage, ground corn, soybean meal, soybean hulls, livestock urea, and vitamin mineral mixes, with an average roughage:concentrate ratio of 40:60. Feed was supplied four times daily, at 06.00, 10.00, 13.00, and 17.00 h. Mineral supplementation was provided to the animals *ad libitum*.

Room temperature and relative air moisture were measured twice weekly by a thermohygrometer placed in the central pen of each treatment, at three times (08.00, 13.00, 18.00 h) on the specific day. Dry (DBT) and wet (WBT) bulb temperatures were

determined by a psychrometer to then determine temperature and humidity index (THI). Following Marcheto et al. (2002), THI were calculated by the following formula: $THI = DBT + 0.36 \times WBT + 41.5$. Collection and determinations were performed on the same day and times of the day when temperature, relative air humidity, and behavioral evaluation were assessed.

Respiratory frequency (RF) was measured on days and at times established for the collection of environmental variables. Respiratory frequency was determined by counting movements of the flanks per minute, at 08.00h, 13.00, and 18.00 h, prior to any movement that would alter this variable.

Assessors were trained to identify the types of behavior under analysis, two days before evaluation, coupled with familiarizing the animals with the assessors. On the day of observing the animal behavior, the assessors positioned themselves seven meters from the pens so that their presence would not interfere with the animals' behavioral response.

Behavior was assessed fortnightly on the same day as that on which the environmental variables were recorded. Behavior was evaluated during 12 h, from 06.00 to 18.00 h, and comprised feeding, rumination, rest, and social activities such as body care and playful and abnormal behaviors (Table 1).

The experimental design was completely randomized, with four treatments (sunshine, and black shade netting of 30%, 50%, and 80% light interception) and six replicates. A pen with two animals was the experimental unit; the trial totaled 24 pens and 48 animals. Analysis of variance and Tukey's mean comparison test at 5% significance were undertaken with environmental variables and behavioral responses of the animals. Correlations between environmental indexes, such as THI and RF, were assessed. Statistical analyses were performed on R software version 2.15.2. (R Core Team, 2015).

Results and Discussion

Average air temperature was 31.8 °C during the 86 days of confinement, with minimum temperature 16.8 °C and maximum 39.9 °C. Temperature-humidity indices varied significantly between treatments by Tukey's test at 5% significance (Table 2).

The increase in THI caused an increase in the RF of the animals at a 5% significant difference by Tukey's test (Table 2). A 0.90 positive correlation was found between THI and RF ($P>0.001$), corroborated by Azevedo et al. (2005), who recorded a 0.736 correlation between RF and THI. This demonstrates that RF is a good indicator of heat stress, because an increase in THI levels means an increase in the need for heat dissipation by the animal, and RF is one of the main mechanisms for the transference of heat energy through body's latent heat loss.

Average RF rates demonstrated that, in all treatments, RF remained within the normal limits for steers, since the environment was not stressful for the animals without the need for heat dissipation. Gaughan et al. (1999) reported that RF between 20 and 60 mov/min indicated a lack of heat stress; light stress was revealed between 60 and 80 mov/min; moderate stress occurred between 80 and 120 mov/min; and when RF exceeded 120 mov/min, cattle were under an excessive heat load.

Besides the RF physiological response and the ambient THI, the behavioral responses of animals were assessed, comprising feeding behavior, rest, rumination and other activities (Table 3).

Feeding behavior, defined as the search for and consumption of food, is affected by characteristics and capabilities of animals, physical and chemical properties of the food, access to water, and disturbing factors such as environmental temperature, insects, and competitors. No difference ($P>0.05$) was detected in the feeding behavior of animals under

direct sunlight or under shade nets with 30%, 50%, and 80% light interception due to the mean room temperature of approximately 31.8 °C, which, according to Ferreira (2005) does not interfere with the animal behavior. In fact, the lower and upper critical temperatures for zebu steers are approximately at 0 °C and 35 °C, respectively, with best performance between 10 and 27 °C.

Feed was supplied daily according to the established timetable, or rather at 06.00, 10.00, 13.00, and 17.00 h. Feeding behavior peaks were reported at these periods in the two treatments. According to Marques et al. (2007) such similarity may have occurred because the two treatments had the same diet provided at the same time and in similar amounts. The feeding behavior of feedlot steers is changed when diets are provided at fixed and pre-determined times and the animal becomes accustomed to feeding in these periods.

The rumination behavior may be affected by the quality and quantity of feed, fiber content, and environmental conditions, among other factors. Similarly to the feeding behavior, no difference was detected among the treatments for rumination behavior. However, the highest rumination-behavior values were found in the treatment with the highest rate of feeding behaviors. It has also been reported that animals ruminate in the coolest hours of the day — at sunrise and sunset — mostly lying down or in the shade.

Marques et al. (2008) reported that young feedlot steers ruminated while lying down during 91% of the rumination period. Broom and Fraser (2010) reported that rumination peak occurs during the coolest periods of the day, especially after sunset, and that cattle lie down during rumination.

Silva (2009) compared the behavior of cows with and without any shade and reported that the latter spent a longer time grazing (484 min) compared with the former (412 min). However, the longer grazing period was not followed by an increase in

rumination time (338 min in the shade and 279 min in the sun) and did not indicate higher pasture intake. Animals in the shade are probably more efficient in grazing activities in periods with more-agreeable temperatures.

Furthermore, animals in the shade have a longer resting period due to the favorable location. In fact, the rest time differed significantly according to the shading levels. Animals in pens covered with 80%-light interception netting had a longer rest period (432.67), and differed significantly from those maintained in open-air pens without any shade (362.33), but did not differ from the animals in pens with 30%-(394.33) and 50%-(410.67) light interception netting.

Marques et al. (2007) reported a longer rest time by animals in shaded environments (176.5 min) compared with animals reared in the open air and exposed to solar radiation (146.2 min), due to the better environment and thermal comfort for the animals with more access to shade. In fact, a shaded area retains a greater amount of humidity and facilitates heat exchange between the animal and the environment.

Animals often rest by lying down, in lateral decubitus, since they do not rest satisfactorily while standing. The animal may thus use its resting time for other activities such as rumination.

To compensate for the lower resting time, the animals kept in the open air without any shade spent more time on other activities and differed significantly from animals maintained in pens with 80%-light interception netting, but did not differ from the animals in pens covered with 30% - and 50%-light interception netting (Table 3).

Frequency of water consumption differed significantly among treatments (Table 4). Animals in pens without any shading or with 30%-light interception netting drank more water when compared with animals in pens covered with 30% - and 50%-light interception netting, due to exposure to solar radiation during the entire day or due to pens having little

light interception. Meyer et al. (2006) reported that water intake increases as the ambient temperature and light interception are increased, since animals use water to control the harmful effects of heat and maintain homeostasis (Coimbra et al., 2007).

No significant differences were found between frequency of urination, defecation, abnormal behavior, cleaning others, self-cleaning, and social behaviors among the treatments.

According to Broom and Fraser (2010) steers under normal conditions and within a 24-h cycle urinate approximately nine times and defecate between 12 and 18 times, even though the number of times and amounts eliminated vary according to the type of feed provided, environmental conditions, and animal characteristics. Self-cleaning is the act of an animal touching two parts of its body, such as licking and scratching, and also when it touches the surrounding environment, such as poles, trees, stones, and hedges. Cleaning others is defined as two or more animals licking one another or rubbing their body onto that of another animal. Social behavior is any contact with other animals.

Cases of abnormal behavior were detected in all treatments due to stress from changes in the production system; for instance, the previously extensive grazing being transformed into feedlot. This fact limited the space for the development of normal behavior such as search for food, locomotion, social interactions, and others.

Lignophagy in animals consists of chewing and eating pieces of corral hedge poles or eucalyptus poles used for shading, whilst geophagy is soil-eating. According to Broom and Fraser (2010) lignophagy may cause several intestine obstructions or lesions in the mouth of animals and may be due to lack of roughage, or stress. Geophagy may be due to dietary deficiencies of minerals, especially iron and phosphorus, and may occur due to strict confinement and lack of exercise. It may cause serious problems to the abomasum of cattle.

According to Malafaia et al. (2011) sodomy is a behavioral disorder when an animal attempts to have intercourse with another, normally bigger and stronger animal of the same sex. The process may cause wounds and lesions on the carcass. Sodomy may be related to lack of well-being rather than sexual desire. The main issue in sodomy is that the dominating animals may be subjected to lesions on their hooves and hind parts, besides harming the other animals. These lesions may also interfere negatively with feed intake, decrease weight gain, and cause losses in animal performance.

Sodomy, followed by geophagy, biting hedges, and lignophagy, with mean frequencies of 61.5%, 17.7%, 10.5% and 10.3% respectively, are among the reported types of abnormal behavior.

Playful behavior consists of recreational activities among the animals, characterized by jumps, running, and other demonstrations of well-being. Such behavior has no specific aim and is more perceived in young than in older animals.

A significant difference was detected between the frequency of playful behavior for animals in pens with 80%-light interception netting when compared with those under direct sunlight, and no differences were found between animals in pens covered with 30%- and 50%-light interception netting. This result is due to the more favorable environment for animals in the shade, particularly under 80%-light interception shade netting.

Conclusions

Different shading levels in the feedlot significantly affect the temperature-humidity index, respiratory frequency, resting time, time spent on other activities, and the frequencies of water consumption and playful behavior in steers. However, shading does not change the time spent on feeding and rumination behaviors or the frequencies of

urination, defecation, cleaning other animals, self-cleaning, and social and abnormal types of behavior.

The shading utilization with 80% light interception provided a comfort, ensuring a greater welfare and quality of life for animals.

References

- Azevedo, M.; Pires, M. F. A.; Saturnino, H. M.; Lana, A. M. Q.; Sampaio, I. B. M.; Monteiro, J. B. N. and Morato, L. E. 2005. 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 34:2000-2008.
- Broom, D. M. and Fraser, A. F. 2010. Comportamento e bem-estar de animais domésticos. 4th ed. Manole, Barueri.
- Coimbra, P. A. D.; Machado, T. M. P.; Machado Filho, L. P. Hötzzel, M.; Nunes, P. and Lipiarski, V. 2007. A influência da localização do bebedouro e da sombra no comportamento de bovinos em pastoreio. Revista Brasileira de Agroecologia 2:825-829.
- Ferreira, R. A. 2005. Maior Produção com Melhor Ambiente para aves, suínos e bovinos. Aprenda Fácil, Viçosa.
- Garcia, A. R. 2006. Influência de fatores ambientais sobre as características reprodutivas de búfalos do rio (*Bubalus bubalis*). Revista de Ciências Agrárias 45.
- Gaughan, J. B.; Mader, T. L.; Holt, S. M. et al. 1999. Heat tolerance of Boran and Tuli cross bred steers. Journal of Animal Science 77:2398-2405.
- Malafaia, P.; Barbosa, J. D.; Tokarnia, C. H. and Oliveira, C. M. C. 2011. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. Pesquisa Veterinária Brasileira 31:781-790.
- Marcheto, F. G.; Naas, I. A.; Salgado, D. D. A et al. 2002. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema *free-stall*. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science 39:320-323.
- Marques, J. A.; Caldas Neto, S. F.; Groff, A. M.; Simonelli, S. M.; Corasa, J.; Romero, L.; Zawadski, F. and Araujo, P. F. 2006. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso a sombra durante o período de verão. Campo Digital 1:54-59.

- Marques, J. A.; Ito, R. H.; Zawadzki, F.; Moggioni, D.; Bezerra, G. A.; Pedroso, P. H. B. and Prado, I. N. 2007. Comportamento Ingestivo de Tourinhos Confinados com ou sem Acesso à Sombra. Campo Digital 2:43-49.
- Marques, J. A.; Pinto, A. P.; Abrahão, J. J. S. and Nascimento, W. G. 2008. Intervalo de tempo entre observações para avaliação do comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento. Semina 29:955-960.
- Meyer, U.; Stahl, W. and Flachowsky, G. 2006. Investigations on the water intake of growing bulls. Livestock Production Science 103:186-191.
- Pereira, J. C. C. 2005. Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal. FEPMVZ, Belo Horizonte.
- Perissinotto, M.; Moura, D. J.; Matarazzo, S. V.; Silva, I. J. O. and Lima, K. A. O. 2006. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. Engenharia Agrícola 36:663-671.
- Pires, M. F. A. and Campos, A. T. 2008. Conforto Animal para maior produção de leite. CPT, Viçosa.
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Silva, E. C. L.; Modesto, E. C.; Azevedo, M.; Ferreira, M. A.; Dubeux Júnior, J. C. B. and Schuler, A. R. P. 2009. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. Acta Scientiarum. Animal Sciences 31:295-302.
- Silva, G. A.; Souza, B. B.; Alfaro, C. E. P.; Azevedo, S. A.; Neto, J. A.; Silva, E. M. N. and Silva, A. K. B. 2005. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semiárido paraibano. Agropecuária Científica no Semiárido 1:7-14.

Table 1. Etiogram with category and description of behavior reported in experimental confinement.

Behavior category	Description
Feeding	Animals were observed during feeding.
Rumination	Process by which the already swallowed feed returns to the mouth for a further break in the particles by chewing.
Rest	Animal lying on the ground, resting or sleeping; the animal may be doing some other activity, such as rumination.
Social	Frolic, rubbing, dominance or contacting.
Body care	Self-cleaning; cleaning others, urinating, defecating and rubbing.
Abnormal	Related to stereotypes; self-directed abnormal behavior; directed to the environment or to any other animal, such as sodomy, lignophagy and geophagy.
Frolic	Playful behavior.
Other activities	Time spent by the animal on other types of behavior, excepting feeding, rumination and resting.

Table 2. Temperature and Humidity Index (THI) and Respiration Frequency (RF) in pens without shade netting and with 30%, 50% and 80% shade netting and light interception.

Variables	Shade levels ¹				p ²	CV% ³	SD ⁴
	0	30	50	80			
THI	80b	82a	79c	78d	0.035	6.07	4.84
RF (mov/min)	28.67ab	31.67a	28.50ab	26.17b	0.044	10.69	3.07

¹ Variables followed by different letters on the same line were different at 5% significance level by Tukey's test;

² Probability rate of F test of analysis of variance

³ Coefficient of experimental variation.

⁴ Standard variation.

Table 3. Mean time (min) for feeding behavior (FB), rest behavior (RB), rumination behavior (RMB) and behavior in other activities (BOA) of animals in the sun light and in 30%, 50% and 80% shade netting and light interception.

Behavior (min)	Shade levels ¹				p ²	CV% ³	SD ⁴
	0	30	50	80			
FB	174.83a	175.83a	176.17a	161.17a	0.664	14.12	24.30
RB	362.33b	394.33ab	410.67ab	432.67a	0.048	11.46	45.86
RMB	135.00a	159.17a	136.33a	143.83a	0.109	12.51	17.95
BOA	182.84a	149.84ab	133.16ab	126.16b	0.029	23.96	34.27

¹Variables followed by different letters on the same line differ at 5% significance level by Tukey's test;

²Probability rate of F test of the analysis of variance.

³Coefficient of experimental variation.

⁴Standard variation.

Table 4. Mean frequency of water intake, urination, defecation, abnormal behavior, cleaning of others, playful behavior, social behavior and self-cleaning of animals without any shade and with 30%, 50% and 80% shade netting and light interception.

Frequency of behavior	Shade levels ¹				p ²	CV% ³	SD ⁴
	0	30	50	80			
Water	15.50a	15.33a	12.17ab	8.17b	0.028	34.27	4.38
Urination	3.50a	3.67a	4.83a	3.00a	0.110	33.33	1.25
Defecation	4.50a	4.83a	4.50a	4.50a	0.946	25.55	1.17
Abnormal	10.33a	8.67a	7.17a	6.67a	0.083	59.20	4.86
Cleaning of others	6.17a	8.33a	9.33a	12.67a	0.181	54.22	4.95
Playfulness	5.83b	8.00ab	9.17ab	12.00a	0.049	40.91	3.58
Social	23.00a	18.77a	23.33a	26.17a	0.154	25.50	5.82
Self-cleaning	15.50a	19.50a	18.33a	16.67a	0.706	36.11	6.32

¹Variables followed by different letters on the same line differ at 5% significance level by Tukey´s test;

²Probability rate of F test of the analysis of variance;

³Coefficient of experimental variation;

⁴Standard variation.

CAPÍTULO 3 - Weight gain and carcass characteristics and meat of Nellore males under different artificial shading levels in the feedlot

Ganho em peso e características de carcaça e carne de machos Nelore em diferentes níveis de sombreamento artificial em confinamento

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the influence of artificial shading levels on weight gain and meat quality of male Nellore cattle in an intensive production system. The experiment was conducted in the experimental feedlot of the Department of Animal Science at Universidade Estadual de Goiás, from July to October 2014. Forty-eight male Nellore cattle with an average initial weight of 310 kg were kept in double 24-m² stalls, in a total of 24 stalls. Of these, six were in the open air; six were covered with black shade netting of 30% light interception; six with black shade netting 50%; and six with black shade netting 80%, providing 6 m² of shade per stall. The diet supplied to the animals and the orts left in the trough were weighed daily to determine intake, and the temperature-humidity index (THI) was measured twice weekly. Animals were weighed for the first time at the start of the experiment, and then another three times until the end, which was followed by the slaughter and assessments of performance and meat quality. A significant difference was observed between the average THI values, with the highest value found in the stalls without artificial shading. No significant difference was observed for feed intake, initial weight, final weight, total weight gain, average daily weight gain, carcass yield, marbling, texture, fatness, backfat thickness, loin-eye area, color, thigh length and circumference, leg length and circumference, or carcass length between the animals on the different treatments. The use of artificial shading does not have a significant effect on performance or meat quality of feedlot Nellore cattle when the ambient temperature is within the thermal comfort zone.

Key Words: ambience, carcass, intensive system, performance

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência dos níveis de sombreamento artificial no ganho em peso e na qualidade da carne de machos bovinos Nelore em sistema intensivo de produção. O experimento foi realizado no confinamento experimental do curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Goiás, no período de julho a outubro de 2014. Utilizaram-se 48 bovinos machos Nelore, com peso médio inicial de 310 kg, mantidos em

baias duplas de 24m², sendo utilizados 24 baias, destas, seis a céu aberto, seis com sombrite preto com malha 30%, seis com malha 50% e seis com malha 80%, cobrindo seis m² de sombra por baia. Diariamente era realizada a pesagem da dieta fornecida aos animais e das sobras da dieta no cocho para determinação do consumo, e duas vezes por semana realizava-se a avaliação de ITU. No inicio do experimento foi realizado a pesagem inicial dos animais e outras três pesagem até o final do experimento, seguido do abate e avaliações de desempenho e qualidade da carne. Observou-se diferença significativa entre os valores médios de ITU, sendo o de maior índice as baias sem sombreamento artificial. Não foi observado diferença significativa entre o consumo de ração, peso inicial, peso final, ganho em peso total, ganho em peso médio diário, rendimento de carcaça, marmoreio, textura, acabamento, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo, coloração, comprimento e perímetro de coxa, comprimento e perímetro de braço e comprimento de carcaça dos animais nos diferentes tratamentos. Conclui-se que a utilização de sombreamento artificial não tem efeito significativo no desempenho e na qualidade da carne de bovinos Nelore em confinamento quando a temperatura ambiente estiver dentro da zona de conforto térmico.

Palavras-chave: Ambiência, carcaça, desempenho, sistema intensivo.

Introduction

In animal production farming, it is essential to provide animals with an adequate environment so that they can express their full productive potential. Therefore, in feedlot systems, shade is an important element that should be provided for animals to be able to protect themselves against solar radiation and to regulate their body temperature (SILVA et al., 2005).

According to Bianchini et al. (2007), most of the animals raised in Brazil for meat production are *Bos indicus*, despite having inferior meat quality compared with *Bos taurus* animals reared in the same production system. However, *Bos indicus* cattle, like the Nellore breed, have advantages like rusticity and high resistance to tropical temperatures.

Despite the high resistance of these animals to high temperatures, there are regions of the country where temperatures can be higher than the maximum limit supported by the Nellore breed, which, according to Ferreira (2005) is 35 °C. When above the ideal, according to Sousa Júnior et al. (2008), this climatic element may have negative impacts

on health, productivity, and well-being, resulting in weight loss, delayed growth, hormonal problems, decreased feed intake, among others.

The animal performance is also determined by the intake of nutrients, their digestibility, and metabolism, which are related to the dry matter intake, which in turn can be greatly influenced by climatic elements (FURTADO et al., 2012). As the ambient temperature is increased, dry matter intake is reduced to reduce the heat increment and control body temperature, since the animal will be more prone to heat stress. As a consequence of the decreased intake, weight gain may be reduced and the meat quality may be altered.

According to Costa e Silva et al. (2010), this reduction in weight gain and meat quality may be a result of the physiological and behavioral changes triggered by the animal as a number of non-specific adaptive reactions when it is kept in an inappropriate environment.

The influence of shading on the productive performance of cattle has been widely discussed, but only referring to European or crossbred animals, with few studies available on zebu animals, especially those of the Nellore breed. Thus, the objective of the present study was to evaluate the influence of artificial shading levels on weight gain and meat quality of male Nellore cattle in the feedlot.

Material and Methods

The experiment was conducted on Escola Farm, at Universidade Estadual de Goiás, on São Luís de Montes Belos Campus ($50^{\circ}22'48''$ W longitude and $16^{\circ}31'20''$ S latitude). The climate of São Luís de Montes Belos is considered tropical, with an average temperature of 24.3°C and average annual rainfall of 1566 mm.

The experiment lasted 86 days, from July to October 2014, authorized by the Ethics Committee on the Use of Animals (*Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA*) of the UFG , under protocol no. 030/14.

Forty-eight uncastrated male Nellore animals with an average initial weight of 310 kg (varying from 306.75 to 314.33 kg), at an average age of 20 months, originating from the same commercial herd, were used in the experiment. Animals were kept in the feedlot, in double stalls measuring four meters in width and six meters in length, totaling 24 m^2 . Twenty-four stalls were used in the total: six in the open air with 0% shading, six covered

with a black shade net made of synthetic polypropylene fiber, 30%-light interception mesh; six with 50% light interception; and six with 80% light interception, covering part of the area, with 6 m² of shade per stall.

The diet consisted of silages of sorghum and corn, ground corn, soybean meal, soybean hulls, livestock urea, a mineral-vitamin mix, plus mineral supplementation *ad libitum*. The feeding management was performed four times daily, at 06.00, 10.00, 13.00, and 17.00 h, with an average roughage:concentrate ratio of 40:60. The amount provided per animal/treatment was weighed every day, and orts were weighed before the first treatment of the day to calculate the total intake.

Ambient temperature and relative humidity of the air were measured twice weekly using thermo-hygrometers installed in a central stall in each treatment. These data were measured three times on the previously defined days, at 08.00, 13.00, and 18.00 h.

Dry (DBT) and wet (WBT) bulb thermometer temperatures were collected using psychrometers to determine the temperature-humidity index (THI). According to the methodology proposed by Marcheto et al. (2002), the THI was calculated by the following formula: THI = DBT + 0.36 × WBT + 41.5. Collections and determinations took place on the same days and at the same times when temperature and relative air humidity were measured.

On the first day in the feedlot, the animals were weighed for determining the initial weight (IW). Animals were weighed another three times, at 25, 60, and 86 days of confinement, using a digital scale installed near the exit of the restraint chute. Final weight (FW), total weight gain (TWG), and average daily weight gain (ADWG) were obtained at the end of the experiment.

At 86 days of confinement, the animals were fasted for 16 h, weighed, and transported to an abattoir in Sanclerlândia, GO under State inspection service for the slaughtering procedures. The slaughter was performed according to the current legal procedures (RIISPOA). At slaughter, the right and left half-carcasses were identified with signs containing the number of the earring.

After slaughter, carcasses were weighed and the hot carcass weight (HCW) was thus obtained for the calculation of the carcass dressing (CD), by the following formula: CD = (HCW/FW) × 100 (ROTTA et al., 2010).

After all the slaughter procedures were completed, carcasses were stored in a cold room (4 °C) for 24 h, and at the end of this period, measurements of carcass length, thigh

length and circumference, leg length and circumference, conformation, fatness, loin-eye area, backfat thickness, marbling, texture, and color were taken. All evaluations were performed on the left half-carcass.

The carcass length was determined with a measuring tape, by measuring the cranial border of the ischial pubic symphysis up to the medial cranial border of the first rib. Leg length was measured between the olecranon tuberosity and the radiocarpal joint; leg circumference was obtained in the middle portion of the leg, surrounding it by a tape measure. Thigh length, in turn, was obtained as the distance between the *anterior edge of the pubic bone* and a mid-point on the tarsal joint bones; thigh circumference was measured in the middle of the thigh, surrounding it by a tape measure.

Conformation, fatness, and texture were evaluated subjectively. To evaluate the conformation, carcasses were categorized as convex, sub-convex, straight, sub-concave, and concave (Moreira et al., 2012).

Fatness was assessed visually based on the deposition of fat on the 6th, 9th, and 12th ribs, classified as lean (1) - no fat; sparse fat (2) - 1 to 3 mm thickness; medium fat (3) - 3 to 6 m thickness; uniform fat (4) - 6 to 10 mm thickness (5); and excess fat (5) - above 10 mm thickness (VAZ et al., 2012).

After the abovementioned assessments, a section was made between the 12th and 13th ribs, exposing the *longissimus dorsi* muscle, and a 2.5-cm steak was collected for evaluation of marbling, texture, loin-eye area, and backfat thickness.

Marbling was evaluated by counting the marbling traces and subsequent classification. According to Muller (1980), marbling can be classified as traces, from 1 to 10, as follows: T – (1), T0 (2), and T+ (3); from 4 to 6, considered light, with L– (4), L0 (5), and L+ (6); 7 to 9, small (S); 10 to 12, medium (Me); 13 to 15, moderate (Mo); and 16 to 18, abundant (A).

To evaluate the texture, a scoring system was adopted that ranged from 1 to 5, in which 1 indicated very coarse texture; 2, coarse; 3, slightly coarse; 4, fine; and 5, very fine (MÜLLER, 1980).

Loin-eye area was determined using tracing paper, by outlining the LEA and superposing it on a planimeter to count the encompassed points, with each point corresponding to a 1.0 cm² area. This variable was obtained in cm².

Backfat thickness (BFT) was measured using a caliper on the *longissimus dorsi* steak. The tissue depth was measured at a distance of 3/4 from the medial side of the

muscle to its lateral side.

A colorimeter was used in the evaluation of color, determined in the hindquarter region and sirloin, by the L*, a*, and b* components. L* determined the lightness of the sample, ranging from 0 to 100, with 0 meaning full black, and 100, full white; a+ indicated color tendency towards red; a-, tendency towards green; b+, tendency towards yellow; and b-, tendency towards blue (ROSSATO et al., 2010).

The experiment was completely randomized, with four treatments (open air, netting with 30% light interception, netting with 50% light interception, and netting with 80% light interception), and six replicates. The Anova and Tukey's test was performed for the environmental variables and productive responses of the animals, and The Kruskal-Wallis test was applied for the non-parametric values, using the statistical computer program R version 2.15.2. (R Core Team, 2015).

Results and Discussion

During the experimental period, the ambient temperature reached minimum mean daily values of 16.8 °C and maximum values of 39.9 °C, with an average of 31.8 °C. In addition to the ambient temperature, dry and wet bulb thermometer temperatures were measured in each treatment to calculate the THI for the stalls without shading net, and with netting with 30%, 50%, and 80% light interception, respectively. The THI values showed that there was a highly significant variation between the treatments by Tukey's test at 5% probability level (Table 1).

Despite the significant difference between the THI values, animals were not found to be under stress in most of the days, physiological and behavioral observations, since the average ambient temperature was 31.8 °C, and according to Ferreira (2005), for adult Nellore cattle to be under heat stress, the ambient temperature must exceed 35 °C.

Mean values for feed intake, initial weight, final weight, total weight gain, average daily weight gain, and carcass dressing in the different treatments are described in Table 2.

No significant differences were observed between the average feed intake for the animals reared in stalls without and with access to the different shading levels. Intake values of $1,627.92 \pm 35.47$ kg, $1,609.50 \pm 35.47$ kg, $1,623.12 \pm 35.47$ kg, and $1,618.37 \pm 35.47$ kg were found for the animals in the unshaded stall and in the stalls shaded with nets of 30%, 50%, and 80% light interception, respectively.

Analyzing the IW and FW of the animals, no significant difference was detected between the treatments. This lack of difference was also observed in TWG and ADWG. In the analysis of TWG, 152.58 ± 17.86 kg, 145.50 ± 17.86 kg, 144.67 ± 17.86 kg, and 149.84 ± 17.86 kg were found, whereas ADWG values were 1.77 ± 0.21 kg, 1.69 ± 0.21 kg, 1.68 ± 0.21 kg, and 1.74 ± 0.21 kg for the animals in the stalls without shading and with shading nets of 30%, 50%, and 80% light interception, respectively.

Comparing the ADWG and FW of young $\frac{1}{2}$ Nellore-Charolais bulls without and with access to shade, using shading net with 70% light interception, Marques et al. (2007) also did not observe significant differences, obtaining an ADWG of 1.2 kg in both treatments and FW of 452.0 and 444.5 kg for the animals with and without access to shade, respectively.

Lopes (2010) evaluated the influence of shading using synthetic polypropylene fiber with 80% light interception on the ADWG of Nellore and Nellore crossbred cattle in the feedlot and observed that the animals with access to shade showed significant differences, gaining more weight (1.35 kg/day) compared with those exposed to the sun (1.18 kg/day). This difference was also observed for carcass dressing, whose values were 53.46% and 53.13% for the animals with and without access to shade, respectively, due to the reduction of heat stress.

The results found by Lopes (2010), no significant differences were found for carcass dressing, with animals showing $53.00 \pm 0.91\%$, $54.43 \pm 0.91\%$, $53.47 \pm 0.91\%$, and $53.42 \pm 0.91\%$ in the treatments without shade and shaded with nets of 30%, 50%, and 80% light interception, respectively.

In the evaluation of the carcass characteristics, it was found that 100% of the animals had carcass conformation classified as straight. This agrees with Sartor Neto et al. (2011), who evaluated male Nellore cattle confined with an average initial weight of 317.70 kg and average final weight of 485.88 kg and observed that the carcass of the animals was classified as straight, which can be characterized as a normal characteristic for carcasses of Nellore animals.

No significant differences were found between the treatments for marbling, texture, fatness, backfat thickness, or loin-eye area (Table 3).

Marbling was evaluated by counting marbling traces. Values without significance, of 5.5 ± 1.07 , 6.3 ± 1.07 , 6.17 ± 1.07 , and 6.50 ± 1.07 , were found for the animals without shading and under shading nets of 30%, 50%, and 80% light interception, respectively. In all

treatments, marbling was scored as light, with the unshaded treatment as L0, and the others as L+.

Texture and fatness were assessed by the Kruskal-Wallis non-parametric test, in which no significant differences were observed between the treatments. Texture was classified as slightly coarse to fine, and fatness, as sparse fat. Similar values were found by Vaz et al. (2013) in carcasses of Nellore animals at the same age, reared in an intensive production system, which had texture and fatness values of 3.50 and 2.67, respectively.

When the average BFT was evaluated in the animals kept in the unshaded stalls and in those covered with shading nets of 30%, 50%, and 80% light interception, 4.55 ± 0.87 mm, 4.42 ± 0.87 mm, 5.17 ± 0.87 mm, and 4.80 ± 0.87 mm, respectively, were detected for the treatments. This BFT in Brazil is considered good for sale, as it should be between three and six millimeters (Rotta et al., 2010), thus contributing to the visual aspect of the carcass and to the meat quality, besides serving as a protection against darkening, dehydration, and shortening of the fibers due to cold during the chilling process.

There was no significant difference for LEA, which averaged 86.00 ± 7.56 cm², 84.33 ± 7.56 cm², 87.00 ± 7.56 cm², and 89.67 ± 7.56 cm² for the animals kept in the stall without shading, and in those shaded by nets of 30%, 50%, and 80% light interception, respectively. According to Lopes et al. (2012), LEA has a high relationship with the growth rate, increasing as the animal increases its meat deposition in the carcass. This explains the lack of significant differences among the LEA of the evaluated animals, since there was no significant difference for ADWG, FW, and CD among the animals subjected to the different shading levels.

The meat color was determined in the hindquarter region and in the sirloin on the left half-carcass of the animals. No significant differences were detected between the main color parameters such as red intensity (a^*), yellow intensity (b^*), and lightness (L^*) (Table 4).

The meat color in both treatments agrees with values considered normal according to Abularach et al. (1998), in which the meat from young cattle can be considered with regard to lightness as dark ($L^* < 29.68$) or light ($L^* > 38.51$); red intensity as low ($a^* < 14.83$) or high ($a^* > 29.27$); and yellow intensity as low ($b^* < 3.40$) or high ($b^* > 8.28$). Similar values for the color of meat from young Nellore cattle were found by Andrade et al. (2010) and Rossato et al. (2010).

When carcass length, thigh length and circumference, and leg length and circumference were evaluated, no significant differences were detected (Table 5).

Very similar values were observed between the lengths and circumferences of the cattle carcasses, which can be explained by the homogeneous ages and weights of these animals. Since no difference was observed between the IW, FW, TWG and CD of animals subjected to different treatments.

Conclusions

The access to shade by Nellore animals does not have a significant effect on the weight gain or characteristics of carcass and meat when the ambient temperature is within the thermal comfort zone.

References

- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.205-210, 1998.
- ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇAVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.
- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A. C.; JORGE, A. M.; ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, É.; HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007.
- COSTA-E-SILVA, E. V.; RUEDA, P. M.; CARNEIRO, R. C. P. B.; MACEDO, G. G.; ZÚCCARI, C. E. S. N. Estratégias para avaliar bem-estar animal em animais em reprodução. **Ciências Veterinárias Tropicais**, v. 13, suplemento 1, p. 20-28, 2010.
- FERREIRA, R. A. **Maior Produção com Melhor Ambiente para aves, suínos e bovinos**. 1.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- FURTADO, D. A.; PEIXOTO, A. P.; REGIS, J. E. F.; NASCIMENTO, J. W. B.; ARAUJO, T. G. P.; LISBOA, A. C. C. Termorregulação e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá, no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.1022-1028, 2012.

LOPES, A. C. R. **Ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos de corte confinados com acesso a sombra.** 2010. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; PAULINO, V. R.; CHIZZOTTI, M. L.; RAMOS, E. M.; OLIVEIRA, D. M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.4, p.970-977, 2012.

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

MARQUES, J. A.; ITO, R. H.; ZAWADZKI, F; MOGGIONI, D.; BEZERRA, G. A.; PEDROSO, P. H. B.; PRADO, I. N. Comportamento Ingestivo de Tourinhos Confinados com ou sem Acesso à Sombra. **Campo Dig.**, Campo Mourão, v.2, n.1,p.43-49, jan/jun. 2007.

MOREIRA, P. S. A.; BERBER, R. C. A.; LOURENÇO. F. J.; BELUFI, P. R.; KONRAD, M. Efeito do sexo e da maturidade sobre o peso de carcaça quente, acabamento e conformação de bovinos abatidos em Sinop-MT. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 4, p. 292-298, 2012.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos.** Santa Maria: UFSM, 1980. 31p.

R Core Team (2015). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

ROSSATO, L. V.; BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, E. C.; GAMA, L. T.; BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P. A. Parâmetros físicos-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.5, p.1127-1134, 2010.

ROTTA, P. P.; PRADO, I. N.; PRADO, R. M. Desempenho, qualidade da carcaça e da carne em bovinos. In: PRADO, I. N. **Produção de Bovinos de Corte e Qualidade da Carne.** Maringá: Eduem, 2010. 242p.

SARTOR NETO, A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. S.; CUNHA, G. E.; SILVA, L. D. F.; BARBOSA, M. A. A. F.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore confinados recebendo dietas de alto teor de concentrado com diferentes níveis de tanino. **Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.1179-1190, 2011.

SILVA, G. A.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; AZEVEDO, S. A.; NETO, J. A.; SILVA, E. M. N.; SILVA, A. K. B. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semiárido paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido.** v.1, p. 07-14, 2005.

SOUSA JÚNIOR, S. C.; MORAIS, D. A. E. F.; VASCONCELOS, A. M.; NERY, K. M.; MORAIS, J. H. G.; GUILHERMINO, M. M. Características Termorreguladores de Caprinos, Ovinos e Bovinos em Diferentes Épocas do Ano em Regiões Semi-Árida. **Revista Científica de Produção Animal**, v.10, n.2, p.127-137, 2008.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PÁDUA, J. T.; FONSECA, C. A.; PACHECO, P. S. Características de carcaça e receita industrial com cortes primários da carcaça de machos Nelore abatidos com diferentes pesos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.14, n.2, p.199-207, 2013.

VAZ, F. N.; VAZ, R. Z.; PASCOAL, L. L.; PACHECO, P. S.; MIOTTO, F. R. C.; TEIXEIRA, N. P. Análise econômica, rendimentos de carcaça e dos cortes comerciais de vacas de descarte 5/8 Hereford 3/8 Nelore abatidas em diferentes graus de acabamento. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.3, p.338-345, 2012.

Table 1 - Temperature-humidity index (THI) in the stalls without shading and with shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception

Variable	Shading level (%) ¹				p	CV %	SD
	0	30	50	80			
THI	80b	82a	79c	78d	0.035	6.07	4.84

p - probability value of the F test in the analysis of variance; CV - coefficient of variation. SD - Standard variation.

¹Variables followed by different letters in the same row differ at 5% significance level by Tukey's test.

Table 2 - Performance variables of male Nellore cattle without access to shade and with access to shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception

Variable	Shading level (%)				p	CV %	SD
	0	30	50	80			
FI (kg)	1,627.92	1,609.50	1,623.12	1,618.37	0.829	2.19	35.47
IW (kg)	306.75	311.42	309.08	314.33	0.889	13.67	42.43
FW (kg)	459.33	456.92	453.75	464.17	0.857	12.42	56.95
TWG (kg)	152.58	145.50	144.67	149.84	0.864	12.07	17.86
ADWG (kg)	1.77	1.69	1.68	1.74	0.825	12.21	0.21
CD (%)	53.00	54.43	53.47	53.42	0.075	1.70	0.91

FI - feed intake; IW - initial weight; FW - final weight; TWG - total weight gain; ADWG - average daily weight gain; CD - carcass dressing.

p - probability value of the F test in the analysis of variance; CV - coefficient of variation; SD - Standard variation.

Table 3 - Marbling, texture, fatness, backfat thickness (BFT), and loin-eye area (LEA) of male Nellore without access to shade and with access to shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception

Variable	Shading level (%)				P	CV %	SD
	0	30	50	80			
Marbling	5.50	6.33	6.17	6.50	0.415	17.46	1.07
Texture	3.5 (3.5)	3.17 (3)	3.67 (3.5)	3.5 (3.5)	0.742*	7.87	0.27
Fatness	2.33 (2)	2.19 (2)	2.33 (2)	2.66 (3)	0.350*	7.64	0.18
BFT (mm)	4.55	4.42	5.17	4.80	0.481	18.47	0.87
LEA (cm ²)	86.00	84.33	87.00	89.67	0.671	8.72	7.56

p - probability value of the F test in the analysis of variance; CV - coefficient of variation; SD - Standard variation.

* Kruskal-Wallis' non-parametric test with mean and median values.

Table 4 - Meat color of the hindquarter region (HQ) and sirloin (SL) of male Nellore without access to shade and with access to shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception

Color	Shading level (%)				p	CV %	SD
	0	30	50	80			
L* - HQ	28.63	27.67	28.08	28.55	0.840	7.37	2.08
a* - HQ	18.07	13.83	15.30	16.12	0.160	19.77	3.13
b* - HQ	7.85	4.20	5.88	5.93	0.137	42.55	2.54
L* - SL	32.28	31.87	34.10	32.35	0.392	7.25	2.37
a* - SL	12.57	12.07	12.38	13.1	0.739	13.03	1.63
b* - SL	5.60	5.20	6.32	5.87	0.276	16.87	0.97

p - probability value of the F test in the analysis of variance; CV - coefficient of variation; SD - Standard variation.

Table 5 - Body measurements of male Nellore without access to shade and with access to shade nets of 30%, 50%, and 80% light interception

Variable	Shading level (%)				p	CV%	SD
	0	30	50	80			
CL (m)	1.45	1.47	1.48	1.47	0.597	2.72	0.04
TL (m)	0.76	0.78	0.78	0.76	0.157	2.60	0.02
TC(m)	0.54	0.57	0.57	0.54	0.161	5.36	0.03
LL (m)	0.46	0.47	0.46	0.46	0.373	2.17	0.01
LC (m)	0.38	0.36	0.36	0.37	0.284	5.41	0.02

CL - carcass length; TL - thigh length; TC - thigh circumference; LL - leg length; LC - leg circumference.

p - probability value of the F test in the analysis of variance; CV - coefficient of variation; SD - Standard variation.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do sombreamento artificial é considerado de fundamental importância para minimizar os efeitos dos elementos climáticos no desempenho dos animais, tema este bastante discutido nos últimos anos para animais de origem europeia ou mestiços, mas ficando a desejar pesquisas relacionadas ao bovino Nelore.

Os elementos climáticos como temperatura, UR e radiação solar podem ocasionar estresse térmico e refletir negativamente no desempenho dos bovinos. Dentre os principais efeitos negativos, pode-se citar as modificações comportamentais como a redução do consumo de alimento, modificação fisiológica como o aumento da FR e produtivo com a redução do ganho em peso e menor despenho nas características de carcaça e carne.

Em análise deste trabalho, observaram-se menores valores de ITU nas baias e FR nos animais mantidos com sombreamento de 80% e 50% de interceptação luminosa. Na avaliação de comportamento, foi observado que o comportamento de descanso, outras atividades e lúdico não diferiram entre os animais mantidos nas baias com 30, 50 e 80% de interceptação luminosa. Os comportamentos de alimentação, ruminação e as frequências de micção, defecação, autolimpeza, alolimpeza, comportamento lúdico e social não apresentaram diferença significativa em função da presença ou ausência de sombreamento.

Quando se avaliou o desempenho produtivo dos bovinos Nelore, verificou que os níveis de sombreamento não alterou significativamente o consumo de ração, ganho em peso e qualidade da carne dos animais.

Apesar de não se observar diferença entre o desempenho e características de carcaça e carne dos animais mantidos sem ou com acesso a sombra, recomenda-se a utilização do sombreamento artificial, pois proporciona um maior conforto, propiciando melhores condições de bem-estar e qualidade de vida aos animais.

As análises deste trabalho podem ser consideradas restritas ambientes com temperatura média de 31,8°C, uma vez que pesquisas com temperaturas ambiente superiores às encontradas no presente experimento devem ser realizadas para verificar a influência de diferentes níveis de sombreamento artificial no desempenho de bovinos Nelore.