



Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

**EFEITOS DE AMBIENTES SOMBREADOS E A PLENO SOL NA
TERMINAÇÃO DE NOVILHOS NELORE EM REGIME DE
CONFINAMENTO NA REGIÃO SEMIÁRIDA**

HEBERTH CHRISTIAN FERREIRA

2021

HEBERTH CHRISTIAN FERREIRA

**EFEITOS DE AMBIENTES SOMBREADOS E A PLENO SOL NA TERMINAÇÃO DE NOVILHOS
NELORE EM REGIME DE CONFINAMENTO NA REGIÃO SEMIÁRIDA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Zootecnia no Semiárido, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora
Profa. Dra. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho

Janaúba
2021

Ficha Catalográfica

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Ferreira, Heberth Christian

F383e Efeitos de ambientes sombreados e a pleno sol na terminação de novilhos nelore em regime de confinamento na região semiárida [manuscrito] / Heberth Christian Ferreira – 2021.
57 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2021.
Orientadora: Prof. D. Sc. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho.

1. Confinamento (Animais). 2. Nelore (Zebu). 3. Novilho. 4. Sombras. I. Carvalho, Cinara da Cunha Siqueira. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.208965

Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Universidade Estadual de Montes Claros

Mestrado em Zootecnia

Declaração - UNIMONTES/PRPG/PPGZ - 2021

Montes Claros, 29 de março de 2021.

HEBERTH CHRISTIAN FERREIRA

EFEITOS DE AMBIENTES SOMBREADOS E A PLENO SOL NA TERMINAÇÃO DE NOVILHOS NELORE EM REGIME DE CONFINAMENTO NA REGIÃO SEMIÁRIDA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Zootecnia no Semiárido, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 26 de MARÇO de 2021.

Dra. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho/ Presidente/ UNIMONTES

Dr. José Reinaldo Mendes Ruas/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dr. Flávio Pinto Monção/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dr. Renan Lucas Miorin/ Membro Externo/ IFMT

JANAÚBA, MINAS GERAIS –

BRASIL/2021



Documento assinado eletronicamente por **Cinara da Cunha Siqueira Carvalho, Coordenadora**, em 29/03/2021, às 10:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vicente Ribeiro Rocha Junior, Professor(a)**, em 29/03/2021, às 11:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flávio Pinto Monção, Usuário Externo**, em 29/03/2021, às 13:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).

Documento assinado eletronicamente por **Renan Lucas Miorin, Usuário Externo**, em 29/03/2021, às



14:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Reinaldo Mendes Ruas, Professor(a)**, em 29/03/2021, às 16:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Barbosa Vilela, Diretor de Centro**, em 30/03/2021, às 17:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Paulo Sampaio Rigueira, Professor(a)**, em 05/04/2021, às 10:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **27387427**

e o código CRC **07E9F270**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e por nunca me deixar desistir, pelas bênçãos de sabedoria, proteção e força para que completasse mais esta etapa;

Aos meus, pais Ocimar e Roseneide, que, com esforço e demonstrações de amor, foram fundamentais para a concretização deste sonho;

Aos meus avós, irmãos, tios, primos e toda a minha família, pelos cuidados que tiveram comigo e por proporcionar momentos alegres e renovadores;

À Universidade Estadual de Montes Claros e ao Programa de Pós-graduação, pela formação e pelo ensino;

À minha orientadora, professora Dra. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho, pelos ensinamentos, companheirismo, dedicação, esforço, qualidade no ensino, paciência, conversas e ajuda em todas as etapas do mestrado. Muito obrigado pela chance de ser seu orientado; serei eternamente grato!

Ao meu amigo, professor Dr. Flávio Pinto Monção, pelo auxílio, companheirismo, e pela paciência, dedicação e contribuição com este trabalho;

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À minha amiga, Mariana, pela ajuda, dedicação e companhia durante toda a execução do trabalho; serei eternamente grato!

À fazenda que concedeu os animais e o local de experimento. A todos os funcionários que contribuíram muito para a realização do experimento. Em especial, ao Sr. Dozinho, ao Durval, ao Almerindo, ao Preto, à Joelma, ao Fábio e ao José dos Santos;

A todos do grupo “filhos de Cinara” e aos que também não fazem parte, mas que ajudaram em todas as etapas do experimento, e pela convivência que tivemos juntos;

Aos amigos irmãos do mestrado: Mariana, Pâmella, Jamille, Adriano e Wemerson, por muitos e intensos momentos que vivemos na universidade, e também fora dela;

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

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA	8
RESUMO GERAL.....	9
GENERAL ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 O uso de sistemas intensivos para produção de carne.....	13
2.2 Ambientes climáticos em sistemas intensivos	15
2.3 Técnicas de sombreamento no sistema intensivo	16
2.4 Respostas fisiológicas ao estresse calórico	17
2.5 Comportamento ingestivo e digestibilidade	19
2.6 Desempenho em abate de bovinos de corte	20
3 REFERÊNCIAS	23
4 CAPÍTULO 1 - Efeitos de ambientes sombreados e a pleno sol na terminação de novilhos Nelore em regime de confinamento na região semiárida	29
RESUMO	29
4.1 INTRODUÇÃO	29
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.2.1 Localização	31
4.2.2 Tratamentos, histórico dos animais, manejo e dieta	31
4.2.3 Composição químico-bromatológica, consumo e digestibilidade dos nutrientes	32
4.2.4 Degradabilidade ruminal.....	32
4.2.5 Variáveis climáticas	33
4.2.6 Frequência respiratória	34
4.2.7 Avaliações de comportamento alimentar.....	35
4.2.8 Desempenho e abate dos animais	35
4.2.9 Delineamentos e Análises Estatísticas	36
4.3 RESULTADOS	37
4.4 DISCUSSÃO	39
4.5 CONCLUSÃO	42
4.6 AGRADECIMENTOS	42

4.7 INFORMAÇÕES SOBRE FINANCIAMENTO	43
4.8 CONFORMIDADE COM PADRÕES ÉTICOS	43
4.9 REFERÊNCIAS	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56

NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA

Esta dissertação segue as premissas básicas da Revista Italian Journal of Animal Science. link:

<https://www.tandfonline.com/loi/tjas20>

RESUMO GERAL

Ferreira, Heberth Christian. **Efeitos de ambientes sombreados e a pleno sol na terminação de novilhos Nelore em regime de confinamento na região semiárida**. 2021. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de sombreamento sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, a eficiência nutricional, o comportamento ingestivo, a frequência respiratória e o desempenho de bovinos Nelore confinados na fase de terminação. Duzentos e vinte e cinco bovinos Nelore pós desmama, não castrados, com peso médio corporal (PC) de $293,58 \pm 19$ kg e idade de $24 \pm$ meses foram utilizados para avaliar duas estratégias de sombreamento do curral, sombra artificial e sombra natural, além do controle que era sem sombreamento, seguindo delineamento inteiramente casualizado. Houve diferença entre as estratégias de sombreamento sobre a temperatura do ar ($P=0,02$), temperatura de globo negro ($P<0,01$) e carga térmica radiante ($P<0,01$) nos currais de manejo, sendo as médias no curral sem sombreamento (Sol) 3,63%, 44,07% e 4,10% superior ao curral com sombra natural, respectivamente. O consumo de matéria seca dos animais mantidos em curral com sombreamento natural foi 14,76% superior em comparação aos animais sem sombreamento (7,39 kg de MS/dia). O maior tempo em alimentação ($P=0,02$) foi verificado nos animais com sombreamento artificial (2,25 h/dia). Houve maior ($P = 0,05$) peso corporal final (451, 30 kg) e ganho médio diário (1,55 kg/dia) ($P = 0,02$) nos animais mantidos em curral com sombreamento natural. Não houve diferença na eficiência alimentar e peso de carcaça quente, com média de 0,184 kg / kg de MS e 250,36 kg. Os sombreamentos natural e artificial são recomendados para bovinos Nelore terminados em confinamentos na região semiárida do Brasil.

Palavras-chave: bem-estar animal, consumo de matéria seca, ganho em peso, sombrite, árvores.

¹ **Comitê de Orientação:** Profa. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMOTES (Orientadora); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – Departamento de Ciências Agrárias /UNIMOTES (Coorientador).

GENERAL ABSTRACT

Ferreira, Heberth Christian. **Effects of shaded and full sun environments on the termination of Nelore steers under confinement in the semiarid region.** 2021. p. 59. Dissertation (Master in Animal Science) - State University of Montes Claros, Janaúba, MG.²

The objective was to evaluate the effect of different shading strategies on consumption, digestibility of nutrients, nutritional efficiency, ingestive behavior, respiratory frequency and performance of Nelore cattle confined in the finishing phase. Two hundred and twenty-five Nelore post-weaning, non-castrated cattle, with average body weight (BW) of 293.58 ± 19 kg and age of $24 \pm$ months were used to evaluate two corral shading strategies, artificial shade and natural shade, besides the control that was without shading, following a completely randomized design. There was a difference between shading strategies on air temperature ($P = 0.02$), black globe temperature ($P < 0.01$) and radiant thermal load ($P < 0.01$) in the management corrals, with the averages being in the corral without shading (Sun) 3.63%, 44.07% and 4.10% higher than the corral with natural shade, respectively. The dry matter consumption of animals kept in a corral with natural shading was 14.76% higher compared to animals without shading (7.39 kg DM / day). The longest feeding time ($P = 0.02$) was observed in animals with artificial shading (2.25 h / day). There was higher ($P = 0.05$) final body weight (451, 30 kg) and average daily gain (1.55 kg / day) ($P = 0.02$) in the animals kept in a corral with natural shading. There was no difference in feed efficiency and hot carcass weight, with an average of 0.184 kg / kg DM and 250.36 kg. Natural shading is recommended for Nelore cattle finished in feedlots in the semiarid region of Brazil.

Keywords: Animal welfare, dry matter consumption, weight gain, shade, trees.

² **Guidance committee :** Profa. Dra. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho – Department of Agrarian Sciences/UNIMOTES (Adviser); Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas – Department of Agrarian Sciences /UNIMOTES (Co- Adviser).

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil se consolida como um dos maiores exportadores de carne bovina do mundo, sendo China, Egito, Chile, Rússia e Estados Unidos os principais mercados consumidores (SNA 2020). Apesar da crescente demanda de exportação nos últimos 10 anos, a maior parte da carne bovina produzida no Brasil permanece no mercado interno (ABIEC 2020). O aumento no consumo vem atrelado à maior exigência por qualidade da carne por parte dos consumidores.

Para atender a demanda crescente da carne bovina de qualidade, o confinamento dos animais na fase de terminação surge como uma alternativa para aumentar a produtividade, sistema que impacta direta e indiretamente sobre a geração de empregos (De Souza Ramos et al. 2017). No Brasil, 14% dos animais abatidos em 2019, cerca de 6,09 milhões de cabeças, foram oriundos de sistemas de confinamento (ABIEC 2020). Embora possa parecer pequena a porcentagem, há um aumento no uso de sistemas intensivos de produção de bovinos de corte no Brasil (Vellini et al. 2020).

A maior parte do território brasileiro onde se localizam os sistemas intensivos de produção é de clima tropical. Então escolher animais rústicos e adaptados ao ambiente aliado à genética para produção de carne (acabamento de carcaça) impacta diretamente sobre a rentabilidade do sistema. Os animais *Bos taurus indicus* são os mais indicados para criação em clima tropical, dentre as diversas raças o Nelore e seus cruzamentos com outras raças especializadas para a produção de carne, e vem se destacando nos sistemas de confinamento (Pastor et al. 2017).

Mesmo sendo adaptados ao clima tropical, onde há alto índice de radiação solar, é fundamental proporcionar um ambiente adequado para que o animal expresse seu potencial genético. Modificações nos sistemas de confinamento podem ser feitas para propiciar conforto térmico aos animais (Ferro et al. 2016; Brown-Brandl 2018), pois, uma vez que estejam expostos ao frio ou calor, eles desencadeiam mecanismos adaptativos que modificam os parâmetros fisiológicos, metabólicos, comportamentais, e realizam desvios energéticos, comprometendo, assim, o desempenho produtivo (Sullivan et al. 2011).

De acordo com Brown-Brandl (2018), o estresse térmico é causado pelo desequilíbrio entre o calor produzido ou obtido pelo ambiente e o que o animal consegue liberar para o meio ambiente. Fornecer sombra ao animal, natural ou artificial, é uma estratégia para melhorar condições térmicas adequadas durante a fase de terminação (Chiquitelli Neto et al. 2015) e conseguir abater animais jovens, pesados e acabados. No entanto, são poucas as

pesquisas que avaliaram o efeito do sombreamento para bovinos durante a fase de terminação sobre o desempenho dos animais (Rovira e Velazco 2010; Ferro et al. 2016), principalmente na região semiárida.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito de ambiente com sombreamento (natural ou artificial) e a pleno sol em currais de confinamento sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, a eficiência nutricional, o comportamento ingestivo, a frequência respiratória e o desempenho de machos Nelore durante a fase de terminação em região semiárida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O uso de sistemas intensivos para produção de carne

De acordo com os dados recentes disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil, em 2019, possuía 214,7 milhões de cabeça bovinas, sendo o 2º maior rebanho efetivo de bovinos do mundo (IBGE 2019) e o maior exportador de carne bovina (USDA 2019). Mesmo sendo o maior exportador de carne bovina, o mercado externo consome 23% da carne brasileira destinada ao abate, os outros 73,3% da carne produzida no país são destinados ao mercado interno (ABIEC 2020).

Em 2020, a exportação de carne bovina alcançou patamar superior a dois milhões de toneladas (ABIEC 2020), e os principais destinos de exportação de carne foram a China (948,168 toneladas), seguida pelo Egito (113,304 toneladas), Chile (71,500 toneladas), Rússia (51,200 toneladas) e Estados Unidos (48,772 toneladas) (SNA 2020).

A grande procura por produtos cárneos é responsável pelo aumento da demanda de produção de carne, o que impulsiona a criação de bovinos de corte em confinamento em todo o mundo, causando impactos na sociedade, influenciando diretamente na criação de empregos, nas questões ambientais e em uma maior produtividade (De Souza Ramos et al. 2017). Apesar do Brasil apresentar uma densidade territorial favorável à prática da bovinocultura, questões socioambientais e a competição com a agricultura podem dificultar a sua ampliação, visto que nos últimos anos vem tomando espaço, fazendo com que a prática da bovinocultura se torne mais intensiva em algumas propriedades, e exigindo mais de seus gestores (Karpinsk 2017).

A necessidade existente de aumentar a produção leva os criadores a confinarem os bovinos em lotes homogêneos quanto à idade, ao peso, ao grau de sangue e ao sexo, em currais com áreas restritas nas quais a alimentação e a água são fornecidas em cochos. No Brasil, o sistema intensivo de criação de gado de corte tornou-se significativo a partir de 1980 com o fornecimento de alimentação, água e suplementos aos animais no período de entressafra (inverno), devido à estacionalidade de produção de forragem (Moreira et al. 2009; Calixto et al. 2011). Nas condições brasileiras, geralmente, o regime de confinamento de bovinos é adotado somente na fase de terminação, na qual se transferem animais recriados em sistemas extensivos para o confinamento por um período médio de 90 dias (Oliveira e Millen 2014).

Em 2019, 43,3 milhões de cabeças bovinas foram destinadas ao abate, e 14% desse total, cerca de 6,09 milhões de cabeças, foram de animais oriundos de sistemas de confinamento (ABIEC 2020). Cabe ressaltar que o sistema de produção intensiva de bovinos confinados é crescente e apresenta maior densidade na região Centro-Oeste devido à logística de produção de alimentos, ao menor custo da terra e à oferta de mão de obra (Moreira et al. 2009).

A utilização do confinamento para fechar sistema com base no uso da pastagem pode aumentar a produtividade, permitir o uso de resíduos agropecuários, melhorar a qualidade da carne, aumentar a eficiência da indústria frigorífica (Almeida et al. 2010) e reduzir o tempo de abate (Medeiros et al. 2010). Além de melhorar a eficiência da conversão em carne com relação à engorda a pasto, aumenta a taxa de desfrute, acelera o giro de capital e, por fim, diminui a ociosidade em períodos de entressafra com a oferta de um produto diferenciado devido à menor influência da sazonalidade climática sobre o consumo de forragem pelo animal (Vasconcelos 1993; Enciclopédia Agrícola Brasileira 1995; Melo Filho e Queiroz 2011; Guabi 2014; Beefpoint 2014).

No que refere às raças utilizadas, qualquer uma delas é propícia a esse tipo de sistema produtivo (SENAR 2018). O rebanho comercial brasileiro é predominantemente composto por animais zebuínos, cerca de 80% (ABIEC 2016), devido às suas características de adaptação e carcaça. Diversos cruzamentos com raças europeias especializadas em produção de carne têm sido desenvolvidos nos últimos anos, no entanto, vê-se um predomínio das raças zebuínas, com destaque para as denominadas anelradas, que são animais provenientes do cruzamento de animais da raça Nelore (Almeida et al. 2010; Pastor et al. 2017). Sistemas de cruzamento planejados e executados de forma eficiente podem acrescentar de 20 a 25% na produtividade final dos animais (Sumário 2020).

A raça Nelore se destaca como opção para produção de carne, uma vez que é reconhecida por sua rusticidade e sua capacidade de adaptação às condições climáticas brasileiras, como altas temperaturas (ACBN s.d.). A capacidade de adaptação do Nelore está intimamente relacionada com a cor da pelagem, a pigmentação da epiderme (Shiota et al. 2013), a quantidade e o volume das glândulas sudoríparas, classificadas do tipo saculiformes, enquanto um animal de origem europeia possui as glândulas do tipo enovelada, caracterizadas pela menor produção de suor quando comparado aos animais *Bos indicus* (Bridi 2010; Oliveira 2016). Essas características adaptativas, juntamente com as produtivas e

reprodutivas, contribuem para tornar a raça Nelore uma das favoritas entre os pecuaristas brasileiros (Ferro 2015).

Apesar da utilização do confinamento ser difundida em nosso país e trazer benefícios para a melhoria na eficiência de produção, há o risco desta técnica de criação não abranger aspectos importantes no que tange às necessidades básicas dos animais, dentre elas as que assegurem boas condições de conforto físico e social (Macitelli 2015).

De acordo com Mota e Marcal (2019), nas instalações de confinamento, a infraestrutura, o manejo, a sanidade e a dieta são fundamentais para uma adaptação ideal com boa continuidade do processo de engorda. Os autores ainda ressaltam que há possibilidade do local oferecer proteção contra as ações temporais e os eventos climatológicos. Em geral, alguns métodos de controle dos fatores de ambiência apresentam soluções práticas e simples, porém, quando não respeitados, podem ser fonte de perda de animais e de baixo rendimento individual e dos lotes.

2.2 Ambientes climáticos em sistemas intensivos

Brown-Brandl et al. (2005) afirmam que é preciso aceitar as condições climáticas locais, visto que é impossível mudá-las. Levando em consideração essa afirmação, em situações de adversidades climáticas, uma das principais alternativas para a melhoria do conforto térmico visando o bem-estar e a produção dos animais é a modificação do ambiente, sobretudo, quando se trabalha com sistemas intensivos nos quais os animais são totalmente dependentes do homem.

Como mencionado anteriormente, parte do plantel de bovinos de corte produzido no Brasil, está localizada em regiões tropicais e subtropicais, sendo essas regiões quentes e úmidas ou quentes e secas, com potencial de influenciar negativamente nos resultados produtivos dos sistemas de criação (Bridi 2010). La Salles et al. (2017) relataram, em sua revisão sobre os efeitos do estresse ambiental sobre os animais que, esse estresse tem influência sobre o organismo do animal, com oscilação nos mecanismos de termorregulação, e também na redução de taxas reprodutivas, diminuição do crescimento e produção de carne, e redução da reposta imune. Estas condições acabam retirando a efetividade do sistema de produção e diminuindo os lucros.

Oliveira et al. (2008) afirmam que, em sistemas de confinamento, a estruturação e as condições das instalações são definitivas para possibilitar taxa mínima de conforto aos

bovinos, favorecendo o animal contra as ações temporais e os eventos climatológicos. Geralmente, algumas técnicas de controle dos fatores de ambiência possuem soluções práticas e simples, contudo, quando não respeitadas, podem trazer consequências como a perda de animais e o baixo rendimento individual e dos lotes. A disponibilidade de sombra, artificial ou natural, tem sido descrita como eficiente para redução da carga térmica e das taxas de mortalidade em condições de radiação solar extremas, e os resultados relacionados ao desempenho dos animais têm sido consistentes com melhora na conversão alimentar, maiores ganhos de peso médio diário e carcaças mais pesadas (Gaughan 2010; Sullivan 2011).

Resultados satisfatórios para o sombreamento natural têm sido relatados, pois a utilização de árvores cria um microclima com temperaturas mais amenas o que favorece o desempenho dos animais. Baliscai et al. (2013) estudaram microclima em sistema silvipastoril (SP) e sem sombra (SS) e observaram que ocorre melhora no ambiente e no conforto térmico dos animais pela presença de árvores no sistema silvipastoril por apresentarem diferenças quanto à temperatura do globo negro (SP =24,73°C e SS=26,41°C), velocidade do vento (SP =3,16 ms⁻¹ e SS=4,57 ms⁻¹), e carga térmica radiante (SP =526,46 Wm⁻² e SS=595,80 Wm⁻²).

No entanto, o uso de coberturas artificiais com sombras de malha de polietileno (sombrite) tem se mostrado uma opção viável em sistemas em que não é possível a utilização da arborização, como apresentado por Garcia Neto et al. (2016), ao observarem que o ganho de peso médio diário (sombrite= 1,97 kg.dia⁻¹ e árvore=2,02 kg.dia⁻¹) e o ganho de peso total (sombrite= 118,3 kg e árvore=121,3 kg) não foi diferente entre o sombreamento com árvore e sombrite 80% de interceptação luminosa.

2.3 Técnicas de sombreamento no sistema intensivo

Com o objetivo de minimizar os impactos térmicos sobre os animais, é amplamente recomendada a utilização de alterações nas instalações. Elas podem ser classificadas em primárias, que são aquelas de fácil execução e que oferecem proteção ao calor, ou secundárias, que consistem no manejo de microambientes e geralmente envolvem alta tecnificação (Baêta e Souza 2010).

Quintiliano e Paranhos da Costa (2006) afirmaram que as modificações primárias são executadas com maior facilidade e demandam um menor investimento, sendo o uso de sombrite com proteção de 40 a 80% de interceptação luminosa em função da localidade da criação, a alternativa mais utilizada no caso de bovinos. O plantio de árvores entre baias, como

estratégia adicional para promover o bem-estar animal, também pode promover diferenças no desempenho produtivo em bovinos confinados (Custodio et al. 2018).

Navarini et al. (2009) obtiveram os melhores resultados de índice de temperatura e umidade (ITU = 76), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU = 79) e carga térmica radiante (CTR = 508 Wm⁻²) utilizando pequenos bosques, em comparação com árvores isoladas (ITU = 78, ITGU = 82, CTR = 543 Wm⁻²) e condição não sombreadas (ITU = 80, ITGU = 84, CTR = 571 Wm⁻²) em estudo desenvolvido com bovinos no estado do Paraná.

A redução da incidência de radiação solar sobre os animais é o principal benefício trazido pelo uso do sombreamento, uma vez que o balanço térmico ou a troca de radiação entre o animal e o meio ambiente depende dos tipos de exposição à radiação, que pode ocorrer de duas maneiras: radiação solar direta e radiação solar difusa (Takahashi, Biller e Takahashi 2009).

O sombreamento pode ser capaz de reduzir consideravelmente a carga térmica radiante, entretanto, sua eficiência pode ser influenciada pela intensidade da radiação recebida sob a estrutura, orientação e pé-direito da estrutura, e ausência ou não de paredes, dentre outras.

2.4 Respostas fisiológicas ao estresse calórico

No Brasil, a alta temperatura do ambiente constitui um dos principais fatores relacionados ao estresse dos animais. A temperatura interna de bovinos não advém apenas da radiação solar e do ambiente, mas também do metabolismo, da fermentação ruminal e da atividade muscular (Pereira 2005; Brown-Brandl 2018).

Em condições de alta temperatura, alta umidade ou ambas, a eliminação do excesso de calor é dificultada, tendo como consequência o estresse térmico (Perano et al. 2015). O estresse térmico causado nos animais pode afetar negativamente o seu desempenho produtivo, devido principalmente à baixa ingestão de alimentos, que é associada à diminuição da atividade enzimática oxidativa, à taxa metabólica e à alteração de hormônios (Nardone 2008).

Nos bovinos, a regulação da temperatura corporal ocorre através da dissipação do calor gerado pelo metabolismo e do calor recebido do ambiente (Aggarwal e Upadhyay 2013).

As respostas fisiológicas mensuradas para avaliar a condição fisiológica do animal são: frequência respiratória, temperatura de superfície corporal, frequência cardíaca e a

temperatura retal. Contudo, a frequência respiratória é o parâmetro que visualmente informa de maneira mais rápida a condição em que o animal se encontra em resposta ao ambiente ao qual está submetido.

Em resposta ao estresse térmico, há alteração na frequência respiratória e, se o animal não conseguir dissipar calor, ocorrerá estoque de calor e elevação da temperatura retal. De acordo com Garcia Neto et al. (2016), esse aumento da temperatura retal acontece quando os mecanismos de termólise dos animais homeotérmicos não são eficazes, fazendo com que o calor metabólico seja somado ao calor proveniente do ambiente, tendo como resultado maior concentração de calor dissipado no ambiente. Sob condições de estresse calórico, com intuito de eliminar o estresse de calor corporal, os animais aumentam as taxas de sudorese e frequência respiratória. Pelo fato das temperaturas se elevarem mais no período da tarde do que no da manhã, nesse período do dia, as taxas de frequência respiratória são maiores (Marchezan 2013).

De acordo com Titto et al. (2008), o efeito proporcionado pela sombra das árvores é essencial para a otimização das condições fisiológicas e comportamentais dos animais.

Para se determinar o conforto térmico animal, são utilizados alguns índices ambientais, uma vez que estudos demonstraram que apenas as medidas ambientais como temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação solar direta ou indireta não são o suficiente para avaliar. Foram também desenvolvidos índices com o intuito de verificar quanto de energia radiante o animal pode absorver, uma vez que, a cor da pele e do pelame do animal tem relação significativa com a absorção de radiação solar (Pereira et al. 2017).

Dentre esses índices alguns utilizam o globo negro, que se constitui em uma esfera oca negra com um termômetro no interior, sabendo que, quando a radiação atinge esse globo, grande parte dela é absorvida e não é refletida, assim como no corpo do animal. Esse globo é colocado no local e altura onde o animal se localiza para gerar valores mais aproximados (Pereira et al. 2017). Com o uso do globo é possível obter valores através de modelos matemáticos de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) criado por Thom (1958); Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) criado por Buffington et al. (1981), Índice de Carga Térmica (ICT) proposto por Gaughan et al. (2002) e Carga Térmica Radiante (CTR) proposto por Esmay et al. (1979).

Hahn (1985) indica que valores de índice de temperatura e umidade (ITU) inferiores a 70 configuram o ambiente como dentro da zona de conforto térmico, entre 71 e 78 % crítico,

79 a 83 perigoso, e valores superiores a 83 indicam que o ambiente pode conferir emergência. Quando se leva em consideração a afirmação de Hahn (1985), esses animais já encontram-se fora da zona de conforto térmico tanto em sombra como em sol. No entanto, percebe-se a diferença de valores obtidos na sombra e no sol, evidenciando a importância do sombreamento no que se refere à melhoria do conforto térmico.

Para valores de ITGU, Baliscai et al. (2013), avaliando sistema silvipastoril e a pleno sol na região noroeste do estado do Paraná nas épocas de verão e inverno, encontraram valores menores entre 71 e 73 em sistema silvipastoril e expostos ao sol, respectivamente. Navarini et al. (2009) encontraram valores na faixa de 79 a 84. Valores de ITGU e de carga térmica radiante podem variar de acordo com os horários do dia, quanto mais radiação maior o ITGU e maior a temperatura (Titto 2008). Baccari Júnior (2001) observou que o sombreamento é capaz de diminuir de 30 a 50% a carga de calor sobre os animais.

Embora seja evidenciada a importância de se optar por animais mais adaptados, é necessário destacar que a resposta fisiológica de bovinos a estresse calórico acontece de forma semelhante para taurinos e zebuínos, porém é menor pronunciada nos *Bos taurus indicus* (Farooq et al. 2010). De acordo com Cattellam e Vale (2013), entre os aspectos dos zebuínos, relativos à sua maior adaptabilidade ao calor, estão a maior superfície corporal, membros mais longos e mais irrigados e melhor capacidade de sudorese.

2.5 Comportamento ingestivo e digestibilidade

O estudo do comportamento ingestivo dos animais confinados é essencial para a obtenção de dados que auxiliem na melhoria da performance e otimize o sistema de produção, posto que, a partir do uso dessa ferramenta e posterior análise dos dados que é possível compreender de fato o que acontece com o animal quando ele ingere mais ou menos alimento, além de possibilitar uma melhor tomada de decisão para a adequação da dieta a ser utilizada que resulte em melhor ingestão (Silva et al. 2006). O conhecimento do comportamento ingestivo dos animais é importante para que se consiga atingir a máxima eficiência de produção. Através desse parâmetro pode-se ter a ideia de condições ótimas de reprodução e alimentação dos animais (Souza et al. 2010).

De acordo com Costa et al. (2015), a relação planta-animal e os fatores que estão relacionados com a busca de alimento podem ser identificados a partir do parâmetro de comportamento ingestivo. Para Oliveira et al. (2012), a ingestão de alimentos dos bovinos é

muito influenciada pelas condições climáticas do meio e também pela disponibilidade de alimento.

Marques et al. (2006), estudando o comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento com e sem acesso à sombra, observaram que as temperaturas de globo negro e de bulbo seco foram superiores no ambiente sem sombreamento. Embora essa diferença não tenha sido o suficiente para afetar o ganho em peso dos animais, ambos os tratamentos com ganho de $1,2 \text{ kg} \cdot \text{dia}^{-1}$, os animais mantidos sem sombra apresentaram maior ingestão de alimentos e tempo de ruminação, enquanto aqueles que tinham acesso à sombra demonstraram maior tempo de descanso.

Baliscei et al. (2011) observaram que o comportamento de novilhos anelados no verão e inverno foi alterado com o uso de sistema silvipastoril em relação a um microclima sem sombra. Os animais nesse estudo permaneceram mais tempo na posição de ruminação em pé (9,43%) e em repouso (20,10%), e no sistema silvipastoril e no sistema sem sombra permaneceram menos tempo em ruminação em pé (6,19%) e em repouso (8,82%). Esse comportamento é explicado pelos autores devido a menor velocidade do vento no sistema silvipastoril ($1,9 \text{ ms}^{-1}$) condicionando os animais a permanecerem mais tempo na posição em pé para facilitar a perda de calor por convecção.

Em estudo com novilhas Nelore no noroeste do Paraná, Souza et al. (2010) observaram que esses animais passavam maior tempo em pastejo no período da tarde, em torno de 200 minutos, nos sistemas com acesso à sombra, e apresentou dois picos, um entre 11h e 12h e o segundo entre 13h e 14h. No sistema sem sombreamento os animais passaram mais tempo em pastejo no período da manhã (202 minutos). De acordo com esses autores esse comportamento de maior tempo de pastejo pela manhã pelos animais sem acesso à sombra ocorre devido à memória em relação às condições ambientais mais favoráveis nesse período.

2.6 Desempenho em abate de bovinos de corte

Um dos grandes desafios da cadeia produtiva da carne bovina é conseguir produzir carne que atinja às expectativas dos variados mercados consumidores, dos quais o grau de exigência tem se tornado cada vez maior e mais expressivo nos últimos anos (Cabral et al. 2011).

Sistemas de produção cuja idade de abate dos bovinos é retardada são menos eficientes, uma vez que exploram animais mais velhos, maiores ou mais pesados, que sempre

possuem maiores exigências nutricionais para manutenção e atividade corporal, e, conseqüentemente, menos compensadores, pois requerem maior quantidade de alimento por quilo de carne produzida, onerando o custo de produção e reduzindo o lucro para o produtor (Silveira et al. 2010).

Em confinamentos, o estresse térmico compromete o bem-estar dos animais, diminui os ganhos diários por redução do consumo de alimentos, diminuindo o grau de acabamento de carcaça dos bovinos nessa condição (Quintiliano e Paranhos da Costa 2006). De acordo com esses autores, em estudo com novilhas confinadas com e sem disponibilidade de sombra, o ganho de peso diário médio foi 0,300 kg/dia maior e proporcionou maior grau de acabamento nas carcaças em animais com disponibilidade de sombra.

Marques et al. (2007) confirmaram o benefício do sombreamento em confinamento, obtendo uma média superior de 7,5 Kg no peso final para animais mantidos em piquetes com sombra (sombrite 70% de interceptação luminosa), com um ganho médio diário de 1,21 kg.dia⁻¹.

Lopes (2009), estudando gado Nelore de corte confinado, observou que os animais com acesso à sombra (sombrite 80% de interceptação luminosa) apresentaram ganho médio em peso, em 77 dias, de 104,08 kg, ao passo que os animais sem acesso à sombra tiveram ganho médio em peso de 91,29 kg no mesmo período.

O estudo permitiu inferir que o rendimento médio de carcaça foi influenciado, com abate realizado aos 118 dias, tendo os animais com acesso à sombra rendimento de carcaça na ordem de 53,46% e os animais sem acesso à sombra, 53,13%. Esse desempenho superior dos animais à sombra, de acordo com os autores, provavelmente foi devido à melhoria nas condições ambientais pela redução do estresse pelo calor.

Taveira et al. (2016), avaliando o desempenho de bovinos de corte mestiços confinados em piquetes sem e com sombrite, observaram que o peso de saída dos animais confinados com acesso à sombra (517,53 ± 58,30 kg) foi superior aos animais que não tinham acesso ao ambiente sombreado (504,52 ± 51,01kg), sendo observada diferença significativa com superioridade de 13,01 Kg para animais com sombrite.

Stanqueviski (2019) afirma que o peso de abate influencia significativamente em qualquer criação animal e está associado ao tempo de alimentação, consumo de alimentos e outras despesas sendo, portanto, a determinação de suma importância para a produção, uma vez que reflete a viabilidade econômica do confinamento. No entanto, animais mais pesados

tendem a apresentar maior rendimento de carcaça, e como se sabe atualmente a forma de pagamento mais utilizada pelos frigoríficos é a remuneração por kg de carcaça resfriada. Então, a busca por alternativas que visem o aumento do peso de abate em um menor tempo e com menor custo é primordial para a eficiência do sistema.

Macitelli et al. (2005) observaram que bovinos mestiços com cerca de 520kg de peso vivo, em confinamento, que receberam acesso a 3m² de sombra por animal, apresentaram ganhos de aproximadamente 100g a mais em relação aos lotes sem acesso à sombra.

A otimização do ponto final de abate, quanto à idade, ao grau de acabamento, ao peso corporal ou ao peso da carcaça, também tem efeitos diretos sobre a resposta biológica dos animais. Desta maneira, é necessário avaliar os pesos de abate de diferentes raças para obter melhores respostas de eficiência econômica e biológica, e também as características de carcaça e qualidade da carne (Mello et al. 2010).

3 REFERÊNCIAS

- [ABIEC]. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef Report 2020. São Paulo: 2020. [Acessado em 04 jan. 2021]. <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>.
- [ABIEC]. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. 2016. [Acessado em 21 fev. 2021]. <http://abiec.com.br/>.
- [ACBN] Associação dos criadores de Nelore do Brasil. A raça. [Acessado em 05 jan. 2021]. <nelore.org.br>.
- Aggarwal A, Upadhyay R. 2013. Heat Stress and Animal Productivity, 1. ed. India: Springer. 188p.
- Almeida R, Medeiros SR, Calegare L, Albertini TZ, Lanna DPD. 2010. Fazendas de terminação. p. 183-202. In: Pires AV. Bovinocultura de corte. Piracicaba: FEALQ. p. 760.
- Baccari Júnior F. 2001. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL. p, 142.
- Baêta FC, Souza CF. 2010. Ambiência em edificações rurais: Conforto animal. 2. ed. Viçosa, EDUFV.
- Baliscei MA, Barbosa OR, Souza WD, Costa MAT, Krutzmann A, Queiroz EDO. 2013. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. Acta Sci. Anim. Sci. p. 35(1):49-5.
- Baliscei MA. 2011. Sistema silvipastoril na melhoria do bem-estar de bovinos de corte. 65f. [Dissertação de Mestrado]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá.
- BeefPoint. Visão 2014: mercado do boi gordo. São Paulo: Beefpoint.
- Bridi AM. 2010. Adaptação e aclimatação animal. Londrina: UEL.
- Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA, Hahn GL. 2005. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, Part 1: Analyses of indicators. Biosyst. Eng. 90(4):451-462.
- Brown-Brandl TM. 2018. Understanding heat stress in beef cattle. R. Bras. Zootec., 47.
- Buffington DE, Colazzo-Aroch A, Canton GH, Pitt D. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. Trans. ASABE 24(3): 711-714.
- Cabral, L. S.; Toledo, C. L. B.; Galati, R. L. 2011. Oportunidades e entraves para a pecuária de corte brasileira. In: Simpósio de Bovinos, 2011, Cuiabá. Anais... Cuiabá: UFMT, 1:19-57.

- Calixto, M. 2011. Estratégia de confinamento para máximo lucro. Casa da Agricultura: Bovinocultura de corte; [acessado em 10 de jan. 2021]. https://www.cdrs.sp.gov.br/revistacasadaagricultura/08/RevistaCA_BovinoculturaCorte_Ano14_n4.pdf>.
- Cattellam J, Vale MM. 2013. Estresse térmico em bovinos. Rev. Port. Ciênc. Vet. 108(587-588):96-102.
- Chiquitelli Neto M, Titto CG, Titto EAL, Costa e Silva EV, Puoli Filho JNP, Leme TMC, Henrique FL, Pereira AMF. 2015. Effect of artificial shading on performance and reproductive parameters of semi-confined young Brangus bulls. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. 52 (1): 68-77.
- Costa JV, Oliveira ME, Moura RMAS, Costa Junior JN, Rodrigues MM. 2015. Comportamento em pastejo e ingestivo de caprinos em sistema silvipastoril. Rev.Ciênc. Agron. 46(4) :865-872.
- Custodio SAS, Silva DAL, Dias KM, Tomaz MPP, Goulart RO, Carvalho ER. 2018. Desempenho de bovinos de corte em confinamento alimentados com diferentes forragens e alojados em baias individuais ou coletivas. Arch. Vet. Sci. 23(1).
- De Souza Ramos DG, Oliveira F, Freires L, Neto JTN, Braga IA. 2017. Cadeia Produtiva da Carne Bovina no Brasil. Rev. Inter. Interd. (ISSN: 2526-9550), 1(1): 229-244.
- Enciclopédia Agrícola Brasileira. 1995. Confinamento de Bovinos. In: Enciclopédia agrícola brasileira: C-D. São Paulo: USP, 608p.
- Esmay ML. 1979. Principles of animal environment. Avi Publishing.
- Farooq U, Qayyum A, Samad HA, Chaudhry HR. 2010. Physiological Responses of Cattle to Heat Stress. World Appl. Sci. J. (Special Issue of Biotechnology & Genetic Engineering): p. 38-43.
- Ferro DAC. 2015. Níveis de sombreamento artificial sobre as respostas fisiológicas, comportamentais, desempenho animal e características de carcaça e carne de nelore em confinamento. 2015. 47 f. [Tese, Doutorado em Zootecnia]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás.
- Ferro DAC, Arnhold E, Bueno CP, Miyagi ES, Ferro RAC, Silva BP. 2016. Performance of Nelore males under different artificial shading levels in the feedlot. Semin.: Ciênc. Agrár. 37(4): 2623-2632.

- Garcia Neto S, Nascimento JWB, Matos Júnior JLL, Leite PG, Marques JI. 2016. Parâmetros fisiológicos de bovinos confinados com diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Foz do Iguaçu-PR.
- Gaughan JB, Bonner S, Loxton I, Mader TL, Lisle A, Lawrence AR. 2010. Effect of shade on body temperature and performance of feedlot steer. *J. Anim. Sci.* 88(12): 4056-4067.
- Gaughan JG, Goopy J, Spark J. 2002. Excessive heat load index for feedlot cattle. Sydney: MLA, (Meat and Livestock-Australia Project Report, 316).
- Guabi. 2014. Manual Guabi para confinamento de bovinos de corte. São Paulo: Guabi.
- Hahn GL. 1985. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: Yousef MK (ed.). *Stress physiology in livestock*. 2.
- [IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. [Acesso em 21 fev. 2021]. ibge.gov.br.
- Karpinsk, R. 2017. Viabilidade do confinamento de bovinos utilizando alto grão, cenário 2016. *Rev. FAE, Curitiba*, 20(2):35-54.
- La Salles AY, Batista LF, Souza BB, Silva AF, Correia ELB. 2017. Growth and reproduction hormones of ruminants subjected to heat stress. *J. Anim. Behav and Biometeorol.* 5:7-12.
- Lopes AC. 2009. Ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos de corte confinados com acesso à sombra. [Dissertação de Mestrado]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia.
- Macitelli F, Berchielli TT, Silveira N, Andrade P, Lopes AD, Sato KJ, Barbosa JC. 2005. Biometria da carcaça e peso de vísceras e de órgãos internos bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes proteicas. *R. Bras. Zootec.* 34(5): 1751-1762.
- Macitelli F. 2015. Implicações da disponibilidade de espaço no confinamento de bovinos de corte. [Tese]- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- Marchezan WM. 2013. Estresse térmico em bovinos leiteiros. 41f. [Monografia de Especialização]. Santa Maria: Faculdade de Medicina Veterinária.
- Marques JA, Ito RH, Zawadzki F, Maggioni D, Bezerra GA, Pedroso PHB, Prado IN. 2007. Comportamento ingestivo de tourinhos confinados com ou sem acesso à sombra. *Rev. Camp. Digit@l* 2(1):43-49.
- Marques JA, Caldas Neto SF, Groff AM, Simonelli SM, Corasa J, Romero L, Zawadski PFA. 2006. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso à sombra durante o período de verão. *Camp. Dig., Campo Mourão*, 1(1): 54-59.

- Medeiros da Silva AP. 2010. Respostas termorreguladoras e comportamentais de ovinos da raça Morada Nova no semi-árido brasileiro. 2010. 68f. [Dissertação Mestrado] Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco
- Mello R, Queiroz AC, Resende FD, Faria MH, Henrique DS, Maldonado F. 2010. Bionutritional efficiency of crossbred beef cattle finished on feedlot and slaughtered at different body weights. *Rev. Bras. Zootec.* 39(3): 582-593.
- Melo Filho GA de, Queiroz HP de. 2011. Gado de corte: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Moreira SA, Thomé KM, Ferreira P da S, Botelho Filho FB. 2009. Análise econômica da terminação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola. *Cust. @groneg. On Line* 5(3): 132-152.
- Mota RG, Marcal WS. 2019. Comportamento e bem-estar animal de bovinos confinados: Alternativas para uma produção eficiente, rentável e de qualidade: Revisão bibliográfica. *RBHSA* 13(1) 125-141.
- Nardone A. 2008. Thermoregulatory capacity among selection objectives in dairy cattle in hot environment parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds. *Internat. J. Bioment.* 52:199-208.
- Navarini, F. C.; Klosowski, E. S.; Campos, A. T.; Teixeira, R. A.; Almeida, C. P. 2009. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. *Eng. Agríc.* 29(4): 508-517.
- Neto SG; Nascimento JWB, Matos JLL, Leite PG, Marques JI. 2016. Parâmetros fisiológicos de bovinos confinados com diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Foz do Iguaçu, PR, anais CONTECC.
- Oliveira CA, Millen DD. 2014. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Anim. Feed Sci. Technol.* 197:64-75.
- Oliveira CB, De Bortoli EC, Barcellos JOJ. 2008. Diferenciação por qualidade da carne bovina: a ótica do bem-estar animal. *Ciênc. Rural* 38(7): 2092-2096.
- Oliveira PTL, Turco SHN, Araújo GGL, Voltolini TV, Menezes DR, Silva TF. 2012. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de bovinos Sindi alimentados com teores crescentes de feno de erva-sal. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár.* 7: 180-188.

- Oliveira LM. 2016. Parâmetros fisiológicos de grupo genéticos de bovinos de corte no cerrado. [Dissertação Mestrado] Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha.
- Pastor FM, Falçoni FMSM, Lima DV. 2017. Cruzamentos entre a raça Nelore e *Bos taurus*: um potencial para melhoria do rendimento de carcaça. PUBVET 11(7): 723-726.
- Perano KM, Usack JG, Angenent LT, Gebremedhin KG. 2015. Production and physiological responses of heat-stressed lactating dairy cattle to conductive cooling. J. of Dairy Sci., 98(8).
- Pereira JCC. 2005. Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 195p.
- Pereira JR, Montagner MM, Fluck AC, Santiago AP, Neres MA. 2017. Efeitos do clima sobre a adaptação e fisiologia de bovinos de corte *Bos taurus* x *Bos indicus*. REDVET. Rev. Elect. Vet. 18(11): 1-13.
- Quintiliano MH, Paranhos da Costa MJR. 2006. Manejo Racional de Bovinos de Corte em Confinamentos: Produtividade e Bem-estar Animal. In: IV SINEBOV, Anais., Rio de Janeiro: Seropédica, 12p.
- Rovira P, Velazco J. 2010. The effect of free or artificial or natural shade on respiration rate, behaviour and performance of grazing steers. New Zealand J. Agric. Res. 6: 293-298.
- [SENAR] Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. 2018. Bovinocultura: manejo e alimentação de bovinos de corte em confinamento. Brasília: SENAR. (Coleção Senar, 232).
- Shiota AM, Santos SF, Nascimento MRBM, Moura ARF, Oliveira MV, Ferreira IC. 2013. Parâmetros fisiológicos, características de pelame e gradientes térmicos em novilhas Nelore no verão e inverno em ambiente tropical. Biosci. J. 29:1687-1695.
- Silva JFC. 2006. Mecanismo reguladores de consumo. In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. Nutrição de Ruminantes. 1. ed. Jaboticabal: Funep, cap. 3, p. 57-78.
- Silveira AC, Arrigoni MB, Martins CL, Chardulo LAL. 2010. Produção de bovino superprecoce no Brasil. In: Pires, AV (org.). Bovinocultura de corte. Piracicaba: ESALQ. p.1347-1368.
- Souza W, Barbosa OR, Marques JA, Gasparino E, Cecato U, Barbero LM 2010. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. Rev. Bras. Zootec. 39(3).
- [SNA] Sociedade Nacional de Agricultura. 2020. [Acesso em 21 fev. 2021]. sna.agr.br.
- Stanqueviski F. 2019. Peso ideal de abate de tourinhos Jersey para produção de carne. [Dissertação de Mestrado]. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Sumário de touros Montana 2020. 2020. São José do Rio Preto: Programa Montana Pecuária.

- Sullivan ML, Cawdell-Smith AJ, Mader TL, Gaughan JB. 2011. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 89(9): 2911-2925.
- Takahashi LS, Biller JD, Takahashi KM. 2009. *Bioclimatologia zootécnica*. Jaboticabal.
- Taveira RZ, Fonseca LR, Da Silveira Neto OJ, Das Graças Amaral A, De Almeida JS. 2016. Avaliação do desempenho de bovinos de corte mestiços confinados em piquetes com sombrite e sem sombrite. *PUBVET*, 6, Art-1369.
- Thom EC. 1958. Cooling degrees: day air conditioning, heating and ventilating. *Trans. ASAE* 55: 65-72.
- Titto EAL, Pereira AMF, Vilela RA, Titto CG, Amadeu CCB. 2008. Manejo ambiental e instalações para vacas leiteiras em ambiente tropical. In: *Workshop de Ambiência na Produção de Leite*, I., Nova Odessa.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2019. [Acesso em: 21 fev. 2021]. usdabrazil.org.br.
- Vasconcelos PMB. 1993. *Guia prático do confinador*. São Paulo: Nobel.
- Vellini BL, Prados LF, Monção FP, Bombeiro AK, Resende FD, Siqueira GR. 2020. Zinc amino acid complex in association with chromium methionine improves the feed efficiency of finished Nelore cattle in the feedlot. *Anim. Feed Sci. Technol.* 262.

4. CAPÍTULO 1 - Efeitos de ambientes sombreados e a pleno sol na terminação de novilhos Nelore em regime de confinamento na região semiárida

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de sombreamento sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, a eficiência nutricional, o comportamento ingestivo, a frequência respiratória e o desempenho de bovinos Nelore confinados na fase de terminação. Duzentos e vinte e cinco bovinos Nelore, não castrados, com peso médio corporal (PC) de $293,58 \pm 19$ kg e idade de ± 24 meses foram utilizados para avaliar duas estratégias de sombreamento do curral, sombra artificial, sombra natural, além da ausência de sombreamento, seguindo delineamento inteiramente casualizado. Houve diferença entre as estratégias de sombreamento sobre a temperatura do ar ($P=0,02$), a temperatura de globo negro ($P<0,01$) e a carga térmica radiante ($P<0,01$) nos currais de manejo, sendo as médias no curral sem sombreamento (Sol) 3,63%, 44,07% e 4,10% superior ao curral com sombra natural, respectivamente. O consumo de matéria seca dos animais mantidos em curral com sombreamento natural foi 14,76% superior em comparação aos animais sem sombreamento (7,39 kg de MS/dia). O maior tempo em alimentação ($P=0,02$) foi verificado nos animais com sombreamento artificial (2,25 h/dia) em relação aos demais tratamentos. Houve maior ($P = 0,05$) peso corporal final (451, 30 kg) e ganho médio diário (1,55 kg/dia) ($P = 0,02$) nos animais mantidos em curral com sombreamento natural. Não houve diferença na eficiência alimentar e no peso de carcaça quente, com média de 0,184 kg / kg de MS e 250,36 kg. Os sombreamentos natural e artificial são recomendados para bovinos Nelore terminados em confinamentos na região semiárida do Brasil.

Palavras-chave: Ambiência, comportamento ingestivo, consumo, digestibilidade, frequência respiratória

4.1 INTRODUÇÃO

O uso de sistemas intensivos de produção de bovinos de corte no Brasil tem sido estratégia de manejo cada vez mais utilizadas nas propriedades rurais para terminação dos animais (Vellini et al. 2020). Cerca de 11,7% dos 44,5 milhões de bovinos abatidos anualmente são terminados em confinamentos no Brasil (ABIEC 2019).

Durante a fase de terminação que tem duração de 80 a 120 dias no Brasil, os animais recebem dietas com maior densidade energética visando à maximização do ganho em carcaça. Devido ao curto tempo para terminação e a rusticidade e adaptação dos animais zebuínos (*Bos Taurus indicus*) que compõem cerca de 80% dos animais abatidos no Brasil, são poucas as instalações de confinamento que possuem sombreamento natural e/ou artificial. Contudo, sabe-se que além da nutrição e do manejo sanitário, o conforto térmico proporcionado pelas instalações contribui para melhorar o desempenho e bem-estar dos animais (Rovira e Velazco 2010; Ferro et al. 2016; Brown-Brandl 2018).

De acordo com Sullivan et al. (2011), animais em condições de estresse desencadeiam mecanismos adaptativos que modificam os parâmetros fisiológicos, metabólicos e comportamentais podendo resultar em baixo desempenho produtivo. Assim, utilizar ferramentas que favoreçam melhoria nas condições térmicas durante a fase de terminação de bovinos contribui para abater animais mais pesados e melhor acabados.

O uso de árvores ou sombrite confeccionado com polietileno podem ser utilizados estrategicamente para sombrear os currais de manejo dos animais durante a fase de terminação (Chiquitelli Neto et al. 2015). No entanto, são poucas as pesquisas que avaliaram o efeito do sombreamento sobre o desempenho durante a fase de terminação dos bovinos, na região semiárida (Rovira e Velazco 2010; Ferro et al. 2016). No Brasil, historicamente, a região do semiárido brasileiro é reconhecida pelo baixo índice pluviométrico, no máximo 800 mm, temperaturas relativamente altas, com médias anuais de 23 °C a 27 °C e umidade do ar média em torno de 50% (Silva et al. 2010).

Portanto, a literatura é escassa sobre o efeito de sombreamento (natural e/ou artificial) nas instalações de confinamento sobre o consumo de nutrientes, comportamento ingestivo e desempenho de bovinos Nelore. A hipótese deste estudo é que a modificação das estruturas de confinamento tradicionalmente utilizadas no Brasil por meio do fornecimento de sombra artificial ou natural irá proporcionar melhor conforto térmico aos animais, melhorando a eficiência alimentar e o desempenho dos animais.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito de ambiente com sombreamento (natural ou artificial) e a pleno sol dos currais do confinamento sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, eficiência nutricional, comportamento ingestivo, frequência respiratória e desempenho de machos Nelore durante a fase de terminação em confinamento localizado na região semiárida.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Localização

O estudo foi conduzido em fazenda de propriedade privada localizada no município de Itacarambi, Minas Gerais, Brasil (coordenada geográfica: latitude 15°01'02.3"S, longitude 44°03'48.3"W) durante os meses de julho a outubro do ano de 2019.

4.2.2 Tratamentos, histórico dos animais, manejo e dieta

Foram utilizados 225 bovinos Nelore, não castrados, com peso médio corporal (PC) de $293,58 \pm 19$ kg e idade de ± 24 meses. Os 225 animais foram distribuídos em três tratamentos: sem sombreamento, sombreamento artificial com sombrite e sombreamento natural com árvores, contendo 75 animais em cada. O sombreamento natural era composto de plantas arbustivas de *Prosopis juliflora* (Sw) DC e *Leucaena leucocephala*, que foram implantadas linearmente, posicionados na lateral de 40 metros da cerca, e com árvores distanciadas a cada cinco metros, permitindo sombreamento de 400 m² do curral (30m x 40m; 1.200m²). O sombrite ou tela de sombreamento, confeccionado com fios de polietileno e interceptação luminosa de 50% foi implantado em 30% da área total do curral, correspondente a 360m² com 4,8 m² por animal (adaptado de Ferro et al. 2016).

Os lotes foram formados por animais com predominância da raça Nelore e adquiridos em diversas fazendas da região, sendo recriados em confinamento por 90 dias. No início da fase de terminação, os animais foram pesados (balança digital; Valfran®, modelo classe III, Votuporanga, São Paulo, Brasil), identificados individualmente por meio de brinco na orelha e vermifugados com sulfóxido de albendazol 15% (Agebendazol®, União Química, Embu Guaçu, São Paulo, Brasil). A dieta foi ofertada diariamente permitindo 5% de sobras em relação à quantidade de matéria seca fornecida. A dieta foi a mesma em todos os tratamentos em período experimental, mantendo a relação volumoso:concentrado em 42:58 na matéria seca total da dieta. A dieta foi fornecida aos animais cinco vezes ao dia, às 07h30, 11h, 13h, 15h e 17h em sistema de dieta completa (*Total mixed ratio*), por meio de um vagão de mistura total com capacidade para 6,1 m³ (Rotormix express 3120, balança eletrônica de bordo, Kuhn do Brasil, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil). A base volumosa das dietas foi a silagem de milho (*Zea mays*), que foi pesada diariamente e misturada com grão reidratado, farelo de soja e núcleo mineral. Os animais foram mantidos em currais coletivos de 1.200 m², dotados de

cochos (30 metros lineares) e bebedouros (capacidade de 600 litros). O período experimental foi de 37 dias para avaliação do consumo, coleta de amostras, comportamento ingestivo, taxa respiratória, pesagem e coleta de sobras.

4.2.3 Composição químico-bromatológica, consumo e digestibilidade dos nutrientes

As amostras dos ingredientes, dietas, sobras e fezes foram analisadas quanto à matéria seca (MS; método 967.03), às cinzas (método 942.05), à proteína bruta (PB; método 981.10) e ao extrato etéreo (EE; método 920.39) conforme recomendações da AOAC (1990) (Tabelas 1 e 2). O teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (usando alfa-amilase termoestável sem sulfito de sódio) (FDN) (Mertens 2002; Licitra et al. 1996) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados como descrito por Van Soest et al. (1991), e a lignina foi determinada tratando o resíduo da fibra em detergente ácido com ácido sulfúrico 72% (Silva e Queiroz 2002).

O teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi calculado conforme proposto por Detmann et al. (2012): $CNF (g/kg) = 100 - \text{cinzas} - EE - FDN_{cp} - PB$. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados utilizando a fórmula proposta pelo NRC (2001). Para analisar a fibra em detergente neutro indigerível (iNDF), utilizada como indicador interno para estimativa da produção fecal, as amostras da dieta, sobras e fezes foram colocadas em sacos de tecido não-tecido (gramatura 100 micras; Aurora Têxtil, Leopoldina, Minas Gerais, Brasil) e incubadas no rúmen por 288 h (Detmann et al. 2012; método INCT-CA F-008/1). Para incubação das amostras, foram utilizados dois bovinos mestiços (Holandês/Zebu) adultos, pesando 480 ± 30 kg, idade média de 8 anos, canulados no rúmen.

4.2.4 Degradabilidade ruminal

Para a avaliação da cinética ruminal dos ingredientes e da dieta (Tabela 3), foram utilizados dois bovinos mestiços (Holandês/Zebu) adultos, pesando 480 ± 30 kg. Os animais receberam 6,0 kg de concentrado, divididos em duas refeições, pela manhã e à tarde, além do fornecimento de volumosos a base de silagem de sorgo. Foi utilizada a técnica da degradabilidade *in situ* utilizando sacos de fibra sintética do tipo tecido não-tecido (TNT, gramatura 100), medindo 12 x 7 cm, com porosidade aproximada de 50 μm conforme Casali et al. (2009), com quantidade de amostras seguindo uma relação de 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco (Nocek 1988).

Foram avaliadas amostras da silagem de milho e silagem de milho grão reconstituído e da dieta, todos utilizados durante o experimento para caracterização nutricional. As amostras foram depositadas na região do saco ventral do rúmen por 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96, 120 e 144 horas. Os sacos foram colocados em ordem inversa, iniciando com o tempo de 144 horas. As amostras referentes ao tempo 0 hora foram lavadas em água corrente (20°C) junto com as demais amostras, visando a paralização da fermentação ruminal. Posteriormente, as amostras foram colocadas em estufas a 55 °C durante 72 horas e após esse período, resfriado em dessecador e pesados. Os resíduos remanescentes nos sacos de TNT, recolhidos no rúmen foram analisados quanto aos teores de MS. A porcentagem de degradação foi calculada pela proporção de alimentos remanescentes nos sacos após a incubação ruminal. Os dados obtidos foram ajustados para uma regressão não linear pelo método de Gauss-Newton (Neter et al. 1985), por meio do software SAS (SAS Institute,), conforme a equação proposta por (Ørskov e McDonald 1979): $Y=a+b(1-e^{-ct})$, em que: Y = degradação acumulada do componente nutritivo analisado, após o tempo t; a = intercepto de curva de degradação quando t = 0, que corresponde à fração solúvel em água do componente nutritivo analisado; b = potencial da degradação da fração insolúvel em água do componente nutritivo analisado; a+b = degradação potencial do componente nutritivo analisado quando o tempo não é fator limitante; c = taxa de degradação por ação fermentativa de b; e t = tempo de incubação (Tabela 3). Depois de calculados, os coeficientes a, b e c foram aplicados à equação proposta por Ørskov e McDonald (1979): $DE = a + (b \times c / c + k)$, em que: DE = degradação ruminal efetiva do componente nutritivo analisado; e k = taxa de passagem do alimento. Assumiram-se taxas de passagem de partículas no rúmen estimadas em 2, 5 e 8% por hora, conforme sugerido pelo AFRC (1993).

4.2.5 Variáveis climáticas

O ambiente climático foi caracterizado durante 37 dias consecutivos em cada curral, por meio do uso de *dataloggers* de dados *extech*, modelo RHT10, com leitura contínua e programados para realizar a coleta a cada 30 minutos. Os registradores de dados foram utilizados para obter temperatura do ar (°C), umidade relativa (%), temperatura do ponto de orvalho (°C) e temperatura do globo negro (°C) no curral sem sombreamento, sombreamento artificial (sombrite) e sombreamento natural (árvores). Os registradores de dados foram instalados a uma altura de 1,70 m acima do solo. Os dados foram utilizados para calcular o

índice de temperatura e umidade do globo negro (ITGU) de acordo com Buffington et al. (1981) usando o seguinte modelo matemático:

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 \times T_{po} + 41,5 \quad \text{eq. 1}$$

onde:

T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho (°C); e

T_{gn} = Temperatura do globo negro (°C).

Foi mensurada também a velocidade do ar por meio do uso de um anemômetro portátil e digital utilizado também para calcular o Índice de Carga Térmica Radiante (CTR) que incide sobre os animais (Esmay, 1982). Este cálculo é subsídio para caracterizar a emissão de radiação em um ambiente.

$$CTR = S (TRM)^4 \quad \text{eq. 2}$$

Em que:

CTR = carga térmica de radiação, em $W \cdot m^{-2}$; e

S = constante Stefan-Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} W \cdot m^{-2} K^{-4}$).

A Temperatura Radiante Média (TRM) pode ser obtida segundo a equação:

$$TRM = 100 \sqrt[4]{2,51x \sqrt{vx(t_{gn} - t_{bs})} + \left(\frac{t_{gn}}{100}\right)^4} \quad \text{eq. 3}$$

Em que:

TRM = temperatura radiante média, em K;

V = velocidade do vento, em m/s;

T_{gn} = temperatura do globo negro (°C); e

T_{bs} = temperatura de bulbo seco (do ar), em K.

4.2.6 Frequência respiratória

A frequência respiratória (FR) foi mensurada em cinco animais por tratamento, sendo esses enumerados sequencialmente com tinta vermelha e resenhados (i.e., orelha cortada, mocho) com intervalos de cinco dias durante o período experimental totalizando sete coletas. A FR foi registrada em três horários ao longo do dia (09h, 13h e 17h), sendo mensurada pela observação visual do movimento do flanco, cronometrando (cronômetro digital) o número de respirações durante 60 segundos (Brown-Brandl et al. 2006).

4.2.7 Avaliações de comportamento alimentar

O comportamento ingestivo foi avaliado durante 24 horas com intervalos de sete dias durante o período experimental, totalizando quatro períodos de avaliação (1, 8, 15 e 22 dias antes do abate). Para a avaliação do comportamento ingestivo, foram considerados os mesmos cinco animais (unidades experimentais) avaliados para frequência respiratória, sendo observados em intervalos de 5 minutos. Foram mensurados os tempos despendidos com alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO), números de períodos de alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO) e da duração dos períodos de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO) de acordo com metodologia descrita por Mezzalana et al. (2011).

Nos mesmos animais foram realizadas as contagens do número de mastigações meréricas/bolo ruminal e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, com a utilização de um cronômetro digital. Os valores do tempo despendido e do número de mastigações meréricas por bolo ruminal foram obtidos a partir das observações feitas durante a ruminação de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (09 às 11h; 17 às 19 h e 21 às 23 h) de acordo com metodologia descrita por Burger et al. (2000).

4.2.8 Desempenho e abate dos animais

Durante a fase de terminação, os animais foram pesados utilizando-se balança eletrônica no início e término do experimento, após jejum de líquidos e sólidos por 16 horas. O desempenho foi avaliado pelo ganho em peso médio diário (GMD) (kg/dia) determinado pela diferença entre o peso vivo inicial (15 de julho de 2019) e final (30 de outubro de 2019) dividido pelo total de dias de confinamento (107 dias). A eficiência alimentar (EA) foi estimada pela razão do GMD pelo CMS.

Quando os animais atingiram peso corporal mínimo de 400 kg, eles foram abatidos em abatedouro comercial (a 140 km da propriedade rural). Após abate, as meias-carcaças foram pesadas para obter o peso da carcaça quente utilizada para estimar o rendimento de carcaça quente e o rendimento do ganho (RG). O RG inicial dos animais foi considerado 50% de acordo com Sampaio et al. (2017). O RG, expresso em proporção do GMD foi mensurado pela equação proposta por Sampaio et al., (2017) adaptada:

$$RG = \frac{(PCQ \text{ final} - PCQ \text{ inicial})}{(PC \text{ final} - PC \text{ inicial})} \times 100$$

4.2.9 Delineamentos e Análises Estatísticas

Os dados de consumo e digestibilidade dos nutrientes foram avaliados seguindo-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos e 17 repetições (dias). As variáveis referentes ao desempenho animal foram avaliadas seguindo o DIC com três tratamentos e 75 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância usando o procedimento GLM do SAS, versão 9.0 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA). O procedimento UNIVARIATE foi utilizado para detectar *outliers* ou valores influentes e examinar a normalidade dos resíduos. O consumo de nutrientes, digestibilidade, eficiência alimentar e desempenho animal foram analisados conforme o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + PI + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = A observação referente ao tratamento "i", dentro da repetição "j";

μ = constante associada a todas as observações;

$T_k(ij)$ = Efeito do tratamento "i", com "i" = 1, 2 e 3;

PI = Peso inicial como co-variável; e

$e_{k(ij)}$ = erro experimental associado a todas as observações (Y_{ij}), independente, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância δ^2 .

As variáveis do comportamento ingestivo e da frequência respiratória foram avaliadas seguindo o DIC em esquema de parcelas subdivididas com três tratamentos e quatro períodos de avaliação e com cinco repetições, de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + e_i + P_j + T_i \times P_j + PI + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = A observação referente ao tratamento "i", dentro do período "j" na repetição "k";

μ = constante associada a todas as observações;

T_i = Efeito do tratamento "i", com "i" = 1, 2 e 3;

P_j = Efeito do período de avaliação "j", com j = 1, 2, 3 e 4;

$T_i \times P_j$ = Efeito da interação entre os tratamentos "i" e períodos de avaliação "j";

PI = Peso inicial como co-variável; e

e_{ijk} = erro experimental associado a todas as observações (Y_{ijk}), independente, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância δ^2 .

Quando significativas pelo teste de F, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey.

4.3 RESULTADOS

Houve efeito entre as estratégias de sombreamento sobre a temperatura do ar (Tar; $P=0,02$), a temperatura de globo negro (Tgn; $P<0,01$) e a carga térmica radiante (CTR; $P<0,01$) nos currais de manejo, sendo que as médias de temperatura do ar, temperatura de globo negro e carga térmica radiante foram, respectivamente, 3,63, 44 e 44,10% superiores no curral sem sombreamento comparado ao curral com sombra natural. A temperatura do ar foi similar entre os ambientes com sombreamento natural e artificial. A umidade relativa foi maior no ambiente com sombreamento artificial. A velocidade do ar foi menor no ambiente sem sombreamento, e similar entre os ambientes com sombreamento natural e artificial (Tabela 4).

Não houve interação ($P=0,13$) das estratégias de sombreamento e horários de avaliação sobre a frequência respiratória dos animais (Figura 1). Verificou-se que entre as estratégias de sombreamento a maior frequência respiratória ocorreu nos animais acomodados no curral sem sombreamento, sendo a média 6,09% superior aos animais do curral com sombreamento artificial e 9,34% em relação aos animais do curral com sombreamento natural.

Entre os horários de avaliação ao longo do dia foi verificada menor média da frequência respiratória às 09 horas. Os demais horários não diferiram entre si, sendo a média de 42,59 mov.min⁻¹ ($P>0,05$; Figura 2).

Houve diferença entre as estratégias de sombreamento no consumo de matéria seca (CMS; $P = 0,03$), proteína bruta (CPB; $P<0,01$), fibra em detergente neutro (FDN; $P=0,02$), carboidratos não fibrosos (CNF; $P=0,02$), nutrientes digestíveis totais (NDT; $P=0,01$) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi; $P=0,01$) por bovinos confinados (Tabela 5). O CMS dos animais mantidos no curral com sombreamento natural e artificial foi superior em comparação àqueles do curral sem sombreamento (7,39 kg de MS/dia). Em proporção do peso corporal, o CMS nos animais mantidos em sombra natural foi 14,91% maior do que nos animais sem sombreamento (2,51% do peso corporal).

Houve menor consumo de PB nos animais mantidos nos currais sem sombreamento e com sombra artificial (média 0,88 kg/dia), em relação aos animais manejados no curral com

sombra natural. Houve maior consumo de EE, FDN, CNF, NDT e FDNi, expressos em kg/dia e % do PC, nos animais mantidos em sombra natural e artificial em relação aos animais confinados sem sombreamento. Verificou-se que a digestibilidade da MS ($P<0,01$) nos animais com sombreamento natural foi 6,76% superior em relação aos animais do curral com sombrite e 9,79% maior que nos animais do curral sem sombreamento. A maior digestibilidade da PB ($P<0,01$) e NDT ($P<0,01$) foi verificada nos animais com sombreamento artificial em relação aos demais tratamentos. As maiores digestibilidade do EE ($P<0,01$) e da FDN ($P<0,01$) foram verificadas nos animais do curral sem sombreamento e os menores valores nos animais com sombreamento natural. Animais confinados em currais com sombra artificial e natural apresentaram melhor digestibilidade dos CNF em comparação aos animais mantidos em currais sem sombreamento.

Não houve interação ($P=0,37$) das estratégias de sombreamento e períodos de avaliação para o tempo de alimentação em hora/dia ($P=0,37$), min/kg MS ($P=0,42$) e min/kg FDNcp ($P=0,43$). O maior tempo em alimentação ($P=0,02$) foi verificado nos animais com sombreamento artificial e sem sombreamento. Não houve diferença entre os períodos de avaliação ($P=0,08$), média de 2,25 h/dia (Tabela 6). Para as demais variáveis do comportamento ingestivo foi verificada interação ($P<0,01$) das estratégias de sombreamento do curral e períodos de avaliação.

O maior tempo em ruminação foi verificado nos animais do curral com sombreamento natural no 1º dia de avaliação. Nos animais mantidos em curral sem sombreamento, durante os períodos de 15 e 22 dias, foi observado maior tempo em ócio e número de mastigações por bolus. O maior tempo de mastigação foi verificado nos animais do curral com sombreamento artificial e natural no 1º dia de avaliação.

Houve interação ($P=0,03$) das estratégias de sombreamento e períodos de avaliação sobre as variáveis número e duração dos períodos de alimentação, de ruminação e ócio (Tabela 7). Não houve interação ($P=0,24$) para eficiência alimentar (g.MS/hora). A melhor eficiência alimentar expressa em g.MS/hora foi verificado aos 22 dias do período de avaliação. Não houve diferença entre as estratégias de sombreamento sobre a eficiência alimentar, média de 4.211,09 g.MS/hora. Quando expressa em g FDNcp/hora, a eficiência alimentar foi melhor nos animais sem sombreamento e com sombreamento natural ($P=0,02$) no 22º dia de avaliação ($P=0,05$).

Houve interação das estratégias de sombreamento e períodos de avaliação na eficiência de ruminação pelos animais. A melhor eficiência de ruminação, bolus/dia, foi verificada nos animais confinados no curral com sombreamento natural no 1° período de avaliação. Os animais mantidos em baias sem sombreamento apresentaram maior eficiência de ruminação em g.MS/hora e g.FDN/hora no 15° período de avaliação em relação aos demais tratamentos e períodos.

Não houve diferença entre os tratamentos para o peso inicial ($P=0,64$) dos animais, com de 293,58 kg (Tabela 8). Houve maior ($P=0,05$) peso corporal final nos animais mantidos nos currais sombreados. Houve maior ganho em peso, kg / dia ($P<0,02$) nos animais mantidos em currais com sombreamento natural. Não houve diferença entre os tratamentos na eficiência alimentar e peso de carcaça quente ($P=0,09$), com média de 0,184 kg / kg de MS e 250,36 kg. O rendimento de carcaça quente ($P=0,42$) e rendimento do ganho ($P=0,63$) não foram alterados entre os tratamentos, com média de 56,58% e 69,67%, respectivamente.

4.4 DISCUSSÃO

A temperatura do ar é utilizada como referência para o monitoramento do conforto térmico dos animais, e nesta pesquisa, os valores médios verificados foram superiores aos recomendados para zebuínos, de 10 a 27 °C (Furtado et al. 2012). As variações significativas da temperatura do ar foram nos currais com diferentes estratégias de sombreamento, com maior valor apresentado no curral sem sombreamento (31,0 °C), e o menor nos currais com sombreamento natural e artificial (29,9 °C; 30,3 °C). Para Baêta e Souza (2010), a melhor sombra é de uma árvore, pois pelo processo de fotossíntese as folhas tem a capacidade de transformar a energia solar, em energia química latente, reduzindo a incidência de insolação durante o dia.

Apesar da umidade relativa (UR) ter sido maior no curral com sombra artificial (50,9%), as médias de todos os currais estiveram dentro do ideal para a maioria das espécies domésticas, entre 40% e 70% (Ferreira 2011).

A junção das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro possibilita estratificar em faixas de conforto o ambiente de criação animal, por meio do ITGU. De acordo com Buffington et al. (1981), valores de ITGU de até 74 definem o ambiente em condição de conforto, de 74 a 78 é sinal de alerta, de 79 a 84 é sinal de perigo e, acima de 84 é considerado sinal de emergência. Assim, o curral sem sombreamento, que

apresentou o maior valor de ITGU (79,5), é caracterizado como ambiente de perigo, enquanto que no curral com sombreamento natural houve o indicativo de alerta (76,8).

A carga térmica radiante (CTR) dos currais de manejo associada à temperatura de globo negro, expressam a radiação emitida sobre um corpo. De acordo com Silva (2000), quanto menor for a CTR, maior conforto térmico o ambiente proporciona aos animais. Sendo assim, o curral de manejo com sombreamento natural (CTR de $429,2 \text{ W.m}^{-2}$), favoreceu o conforto térmico dos animais em relação ao sombreamento artificial (interceptação luminosa de 50%) à ausência de sombreamento.

O primeiro sinal de efeito do ambiente sobre o bem-estar dos animais de produção, pode ser determinado por meio da frequência respiratória e em bovinos adultos pode variar de 40 a 60 movimentos por minutos (Silanikove 2000). Nesta pesquisa, a maior frequência respiratória ($44,3 \text{ mov.min}^{-1}$) dos animais do curral sem sombreamento pode ser justificada pelos valores de ITGU verificados, indicando que o ambiente de criação acionou o sistema de termorregulação dos animais.

Em confinamentos na Europa e América do Norte, Grandin (2016) verificou que a ausência de sombra nos currais de bovinos confinados aumentou a frequência respiratória nos animais evidenciando estresse térmico. No Brasil, os animais da raça Nelore são conhecidos pela rusticidade e adaptabilidade em ambientes hostis como na região semiárida e Central. Em geral, essa adaptação associada ao pouco tempo de terminação (80-120 dias; Vale, et al. 2019) praticados nos confinamentos do Brasil tem possibilitado a não utilização de sombreamento do curral, o que é apontado por Grandin (2016) como uma possível perda no sistema intensivo de produção.

Os fatores ambientais e também os genéticos podem também afetar o desempenho animal por meio da interferência no consumo de matéria seca (CMS) (NRC 2016). Nesta pesquisa, o maior CMS, nos últimos 37 dias de confinamento, dos animais que receberam sombreamento natural, em relação aos animais sem sombreamento (8,67 vs. 7,39 kg/dia), é justificável pela maior digestibilidade da matéria seca (MS) e dos carboidratos não fibrosos (CNF) associados ao menor valor de ITGU (76,8), no curral com árvores.

Mesmo utilizando animais da raça Nelore, adaptados às condições tropicais, a ausência de sombreamento do curral prejudicou o CMS e diminuiu o número de períodos de alimentação, demonstrando a influência do ambiente sobre o comportamento ingestivo dos animais.

Essa alteração no CMS pelos animais é uma resposta fisiológica visando modificar o metabolismo basal para gerar menor quantidade de calor corporal durante a ruminação (Sullivan et al. 2011; NRC 2016). Hagenmaier et al. (2016) também verificaram aumento de 2,77% no CMS de bovinos confinados em currais com sombreamento artificial em relação aos animais sem sombreamento, enquanto que nesta pesquisa o aumento foi de 14,76%.

Utilizando o BR Corte (2016), estima-se o CMS de 8,74 kg/dia como ideal para bovinos não castrados zebuínos com ganho em peso diário de 1,45 kg. Essa estimativa é semelhante ao CMS real verificado nos animais mantidos em curral com sombreamento natural. Nos animais sem sombreamento ou com sombreamento artificial (interceptação luminosa de 50%), o CMS foi menor ao estimado. Os animais mantidos em currais com sombreamento artificial (interceptação luminosa de 50%) apresentaram valores de CMS intermediários (média de 7,77 kg/dia) em relação aos demais tratamentos. Isso ocorreu porque a tela artificial com interceptação de até 50% da luz não reduziu a CTR e a temperatura do ar em relação aos animais sem sombreamento, levando os animais a condições de estresse térmico justificado pelo valor de ITGU acima de 79. A menor digestibilidade da MS verificada nos animais sem acesso à sombra é reflexo do menor tempo em ruminação devido a maiores CTR e ITGU ao longo do dia.

De acordo com o NRC (2016), em condições de temperatura fora da zona de termoneutralidade, os bovinos gastam mais energia dissipando calor corporal para termorregulação por meio de processos evaporativos, incluindo transpiração e respiração. Por isso, os animais mantidos em currais sem sombreamento apresentaram maior tempo em ócio, maior frequência respiratória e menor tempo em ruminação e mastigação total em relação aos animais mantidos em currais sombreados. Os animais sem sombreamento compensaram o menor tempo de ruminação e mastigação em horas/dia, com maior número de mastigações por bolus.

Os maiores peso corporal final e ganho em peso nos animais mantidos em currais com sombreamento natural são justificados pelo maior CMS, nutrientes, maior digestibilidade e melhores condições climáticas em relação aos demais tratamentos. Com base nas variações climáticas e no comportamento ingestivo pode-se inferir a capacidade dos animais Nelore em ajustar o metabolismo corporal em decorrência da condição adversa do ambiente, principalmente durante o dia nas condições climáticas semiáridas nos trópicos. Mesmo assim, o desempenho é afetado.

Portanto, é de fundamental importância o sombreamento natural dos currais de manejo dos animais na fase de terminação na região do semiárido, o que impacta no conforto térmico e bem-estar dos animais. O uso de sombreamento artificial do curral de bovinos confinados utilizando sombrite (interceptação luminosa de 50%) ainda é bastante controverso sobre o desempenho animal, embora os animais utilizem a sombra artificial. Um achado climático importante nesta pesquisa foi a maior umidade relativa no curral com sombreamento artificial formando um microclima. Contudo, a baixa interceptação da luz (50%) não foi suficiente para reduzir a CTR do ambiente nas condições do semiárido e melhorar o desempenho dos animais em comparação aos animais mantidos em currais sem sombreamento.

Hagenmaier et al. (2016) também não observaram melhor desempenho dos animais mantidos em curral com sombreamento artificial em relação aos animais mantidos sem sombreamento. No entanto, eles alertaram que, em condições de elevado ITGU como ocorreu nos animais sem sombra, pode haver mortes devido ao elevado grau de estresse dos animais, associadas com doenças respiratórias devido à baixa umidade relativa. Na região semiárida, a radiação solar associada com a elevada temperatura, mesmo no período do inverno pode ser um complicador do desempenho animal em confinamento conforme também verificado por Grandin (2016).

4.5 CONCLUSÃO

O uso de sombreamento natural e sombrite com interceptação de 50% em currais de confinamento na região semiárida melhora as condições climáticas, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, o comportamento ingestivo, a frequência respiratória e o desempenho produtivo de bovinos Nelore terminados em confinamento.

4.6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pela concessão da bolsa de mestrado, à Fundação de Amparo Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), à Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela assistência em bolsas de pesquisa / pesquisa.

4.7 INFORMAÇÕES SOBRE FINANCIAMENTO

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001.

4.8 CONFORMIDADE COM PADRÕES ÉTICOS

Todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pelo comitê institucional de uso de animais (número de protocolo 185/2019).

4.9 REFERÊNCIAS

- [ABIEC]. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. 2019. Beef Report. Perfil da Pecuária no Brasil. [Acessado em 05 jun 2020]. <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2019/>.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Washington, D.C.: AOAC International.
- [ARFC] Agricultural and Food Research Council. 1993. Energy and protein requirements of ruminants: Commonwealth Agricultural Bureaux International. 159p.
- Baêta FC, Souza CF. 2010. Ambiência em edificações rurais: Conforto animal. 2. ed. Viçosa, EDUFV.
- BR-Corte. 2016. Planilha para cálculo das exigências nutricionais de bovinos em crescimento e terminação (BR-Corte 2010 e BR-Corte 2016). [Acesso em 07 mai. 2020]. <https://v3.brcorte.com.br/br/formulador/passos1-animal>.
- Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA. 2006. Heat stress risk factors of feedlot heifers. *Livest. Sci.* 105:57-68.
- Brown-Brandl, TM. 2018. Understanding heat stress in beef cattle, *Rev. Bras. Zootec.* 47:160-414.
- Buffington DE, Collazo-Arocho A, Canton GH, Pitt D, Thatcher WW, Collier RJ. 1981. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. *Trans. ASAE* 24:711- 714.
- Burger PJ, Pereira JC, Queiroz AC, Silva, JFC, Valadares Filho SC, Cecon PR, Casali ADP. 2000. Ingestive behavior in Dutch calves fed diets containing different concentrate levels. *Rev. Bras. Zootec.* 29:236-242.

- Casali AO, Detmann E, Valadares Filho SC, Pereira JC, Cunha M, Detmann KSC, Paulino MF. 2009. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. *Rev. Bras. Zootec.* 38:130-138.
- Chiquitelli Neto M, Titto CG, Puoli Filho JNP, Longo ALS, Leme-dos-Santos TMC, Titto EAL, Camerero LZ, Pereira AMF. 2015. Manejo racional eleva o bem-estar de bovinos Guzerá e melhora a eficiência do trabalho de vacinação. *J Anim Behav Biometeorol* 3:101-106.
- Detman E, Souza MA, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Berchielli TT, Saliba EOS, Cabral LS, Pina DS, Ladeira MM, Azevedo JAG. 2012. Métodos para análises de alimentos-INCT–Ciência Animal. Editora UFV.
- Esmay ML. 1982. Principles of animal environment. West Port: Avi Publication.
- Ferreira RA. 2011. Maior Produção com Melhor Ambiente: Para Aves, Suínos e Bovinos. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora.
- Ferro DAC, Arnhold E, Bueno CP, Miyagi ES, Ferro RAC, Silva BPA. 2016. Performance of Nellore males under different artificial shading levels in the feedlot. *Sem.: Ciênc. Agrár.* 37:2623-2632.
- Furtado DA, Peixoto AP, Regis JEF, Nascimento JWB, Araújo TGP, Lisboa ACC. 2012. Termorregulação e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá, no agreste paraibano. *Rev. Bras. Eng. Agríc. e Ambient.* 16:1022-1028.
- Grandin T. 2016. Evaluation of the welfare of cattle housed in outdoor feedlot pens. *Vet. Anim. Sci.* 1-2:23-28.
- Hagenmaier JA, Reinhardt CD, Bartle SJ, Thomson DU. 2016. Effect of shade on animal welfare, growth performance, and carcass characteristics in large pens of beef cattle fed a beta agonist in a commercial feedlot. *Americ. Society Anim. Sci.* 94:5064-5076.
- Licitra G, Hernandez TM, Van Soest PJ. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol* 57:347-358.
- Mertens DR. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Internat.* 85:1217-1240.
- Mezzalira JC, Carvalho PCF, Fonseca L, Bremm C, Reffatti MV, Poli CHEC, Trindade JK. 2011. Methodological aspects of ingestive behavior of grazing cattle. *Rev. Bras. Zootec.* 40:1114-1120.

- Neter J, Wasserman W, Kumer M. 1985. Applied Linear Statistical Models, Irwin Press, Homewood, IL.
- Nocek J. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *J. Dairy Sci.* 71:2051-2069.
- Orskov DR, McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92:499-503.
- Rovira P, Velazco J. 2010. The effect of artificial or natural shade on respiration rate, behaviour and performance of grazing steers. *New Zealand J. Agric. Res.* 53:347-353.
- Sampaio RL, Resende FD, Reis RA, Oliveira IM, Custódio L, Fernandes RM, Pazdiora RD, Siqueira GR. 2017. The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. *Trop Anim Health Prod* 49:1015-1024.
- SAS Institute. 2008. SAS/STAT 9.2 Users Guide. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA
- Silanikove N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest. Prod. Sci.* 67:1-18.
- Silva RG. 2000. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel. 286p.
- Silva PCG da, Moura MSB de, Kiill LHP, Brito LT de L, Pereira LA, Sa IB, Teixeira AH de C, Guimarães Filho C. 2010. Characterization of the Brazilian semi-arid: natural and human factors. In: Sa IB, Silva PCG da (Ed.). *Brazilian semi-arid: research, development and innovation*. Petrolina: Embrapa Semiárido, cap. 1, p. 18-48.
- Sullivan ML, Cawdell-Smith AJ, Mader TL, Gaughan JB. 2011. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 89: 2911-2925.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74(10):3583-3597.
- Vellini BL, Prados LF, Monção FP, Fireman AK, Resende FD, Siqueira GR. 2020. Zinc amino acid complex in association with chromium methionine improves the feed efficiency of finished Nelore cattle in the feedlot. *Anim. Feed Sci. Technol.* 262:114430.
- Washington DC. 2016. National Research Council (NRC). Nutrient requirements of beef cattle. 8th ed. National Academies Press.

Tabela 1. Composição química da dieta utilizada durante o período experimental

Item ¹	Dieta
	Proporção, g/kg
Silagem de Milho	428,1
Silagem de Milho reidratado	243,1
Milho fubá	248,8
Farelo de soja	42,1
Núcleo mineral proteinado ^{2,3}	37,9
	Composição, g/kg
Matéria seca	590,60
Cinzas	48,70
Proteína bruta	118,90
Extrato etéreo	4,80
Fibra em detergente neutro	229,90
Fibra em detergente ácido	129,20
Lignina	65,90
FDNi	93,90
Carboidratos totais	748,90
Carboidratos não fibrosos	519,00
Nutrientes digestíveis totais*	782,40
Energia líquida (manutenção), Mcal/dia	5,60
Energia líquida (ganho), Mcal/dia	6,25

¹Nutrientes em base seca (gramas por quilograma) - MS - Matéria seca; FDNi- fibra insolúvel em detergente neutro indigestível. * NRC (2001).

² Composição do núcleo mineral proteinado: Milho moído 50%, ureia pecuária 18%, sal branco 7%, núcleo premix 9%, calcário calcítico 16%.

³ Níveis do núcleo premix: fósforo (160 g/kg); magnésio (15 g/kg); enxofre (70 g/kg); sódio (0 g/kg); cobre (2.340 mg/kg); manganês (1.800 mg/kg); zinco (8.660 mg/kg); iodo (173 mg/kg); cobalto (138 mg/kg); selênio (45 mg/kg); flúor (max) (2.656 mg/kg) e monensina sódica (6.000 mg/kg)

Tabela 2. Composição dos ingredientes utilizados na dieta dos animais durante o experimento

Item	Silagem de milho	SMR			Núcleo mineral
		Silagem de milho reconstituído	Milho grão	Farelo de soja	
Composição, %					
Matéria seca	34,51	67,19	88,84	90,01	92,37
Cinzas	4,97	0,81	1,68	6,92	45,00
Proteína bruta	7,22	7,78	9,72	50,08	55,09
Extrato etéreo	3,30	3,71	3,76	2,69	1,88
Fibra em detergente neutro	46,74	8,57	15,82	19,21	7,91
FDNcp	44,03	7,42	14,21	11,04	7,11
Fibra em detergente ácido	32,21	3,18	3,84	8,63	1,92
Lignina	12,92	1,25	1,37	1,73	0,69
Carboidratos totais	80,51	84,71	84,58	41,29	42,29
Carboidratos não fibrosos	33,77	76,14	69,92	26,82	34,96
Nutrientes digestíveis totais	64,73	84,79	81,34	73,00	68,50
Fibra em detergente neutro indigestível	18,19	3,66	3,73	1,91	1,86

FDNcp – Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

Tabela 3. Cinética ruminal da matéria seca dos ingredientes e da dieta experimental

Item	SM	SMR	Dieta	EPM
Fração a, %	25,74	39,22	35,68	0,41
Fração b, %	43,08	46,27	43,16	1,83
Taxa de degradação c, %/hora	3,35	3,34	3,34	0,14
Tempo de colonização, horas	5,08	7,06	6,73	0,37
Degradabilidade potencial	68,83	85,50	78,84	1,90
Degradabilidade efetiva, k=2%	52,58	68,00	62,68	1,35
Degradabilidade efetiva, k=5%	42,93	57,65	52,97	1,00
Degradabilidade efetiva, k=8%	38,40	52,78	48,39	0,81
Fração indegradável, %	31,16	14,50	21,15	1,90

EPM – erro padrão da média; k – Taxa de passagem da digesta (AFRC, 1993).

Tabela 4. Média (mínima-máxima) das variáveis climáticas durante o período experimental

Item	Sol	Sombra		EPM	P-valor
		Artificial	Natural		
Temperatura do Ar, °C	31,0 A (18,10-48,00)	30,3 AB (18,60-46,00)	29,9 B (19,90-41,30)	0,29	0,02
Umidade relativa, %	40,9 B (11,40- 58,80)	50,9 A (14,30-95,00)	39,2 B (15,40-71,00)	0,71	<0,01
Temperatura de globo negro, °C	54,4 A (17,50-101,85)	42,6 B (18,80-96,09)	30,4 C (19,90-45,00)	0,85	<0,01
Velocidade do vento, m/s	2,6 B (0,0-4,50)	3,2 A (0,0-4,00)	3,0 A (0,0-4,50)	0,15	0,01
Carga térmica radiante, W.m ⁻²	447,5 A (337,66- 619,08)	442,8 A (329,73-595,02)	429,2 B (348,14-536,30)	2,43	<0,01
ITGU	79,5 A (63,54-100,24)	79,3 AB (64,42-95,99)	76,8 B (65,98-90,89)	0,37	<0,01

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0.05).

ITGU – Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade.

EPM – Erro padrão da média.

P – Probabilidade.

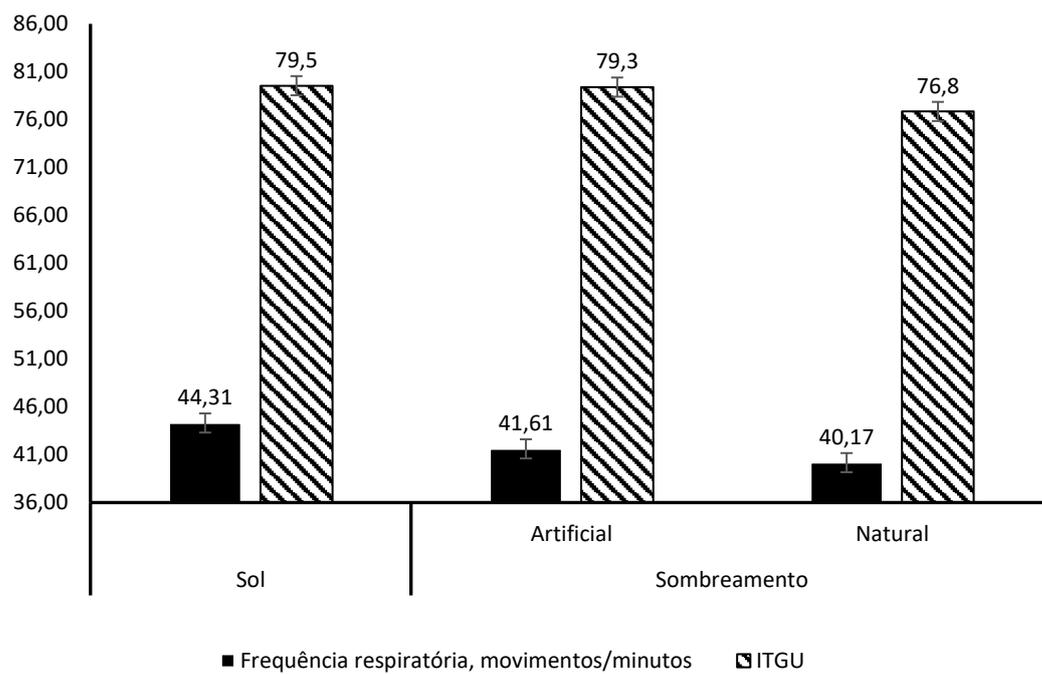


Figura 1. Frequência respiratória (\pm erro padrão da média para cada tratamento) em bovinos Nelore terminados em confinamento sob diferentes estratégias de sombreamento.

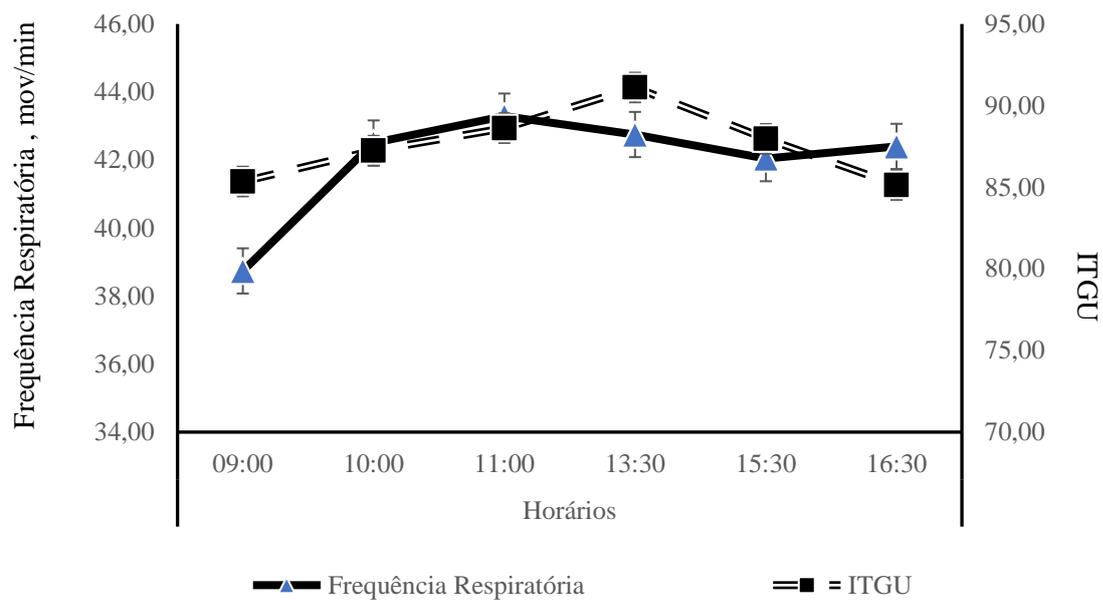


Figura 2. Frequência Respiratória (\pm erro padrão da média para cada tratamento) de bovinos Nelore terminados em confinamento sob diferentes estratégias de sombreamento do curral e horários ao longo do dia (interação entre estratégias e horários de avaliação: $p = 0,18$).

Tabela 5. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos Nelore terminados em confinamento sob diferentes estratégias de sombreamento do curral.

Item	Sol	Sombreamento		EPM	P-Valor
		Artificial	Natural		
<i>Consumo, kg/dia</i>					
Matéria seca	7,39B	7,77AB	8,67A	0,34	0,03
Proteína bruta	0,87B	0,90B	1,06A	0,04	<0,01
Extrato etéreo	0,49B	0,62A	0,70A	0,02	<0,01
Fibra em detergente neutro	1,65B	1,85AB	1,96A	0,07	0,02
Carboidratos não fibrosos	3,71B	4,19AB	4,45A	0,18	0,02
Nutrientes digestíveis totais	5,63B	6,07AB	6,81A	0,26	0,01
FDNi	0,68B	0,72AB	0,83A	0,03	0,01
<i>Consumo, % PC</i>					
Matéria seca	2,51B	2,64AB	2,95A	0,11	0,04
Proteína bruta	0,29B	0,30B	0,36A	0,01	0,01
Extrato etéreo	0,17B	0,21A	0,24A	0,00	0,00
Fibra em detergente neutro	0,56B	0,63AB	0,67A	0,02	0,02
Carboidratos não fibrosos	1,26B	1,42AB	1,51A	0,06	0,02
Nutrientes digestíveis totais	1,92B	2,06AB	2,31A	0,09	0,01
FDNi	0,23 B	0,24 AB	0,28 A	0,01	<0,01
<i>Digestibilidade, g/kg</i>					
Matéria seca	554,4 C	573,0 B	614,6 A	59,0	<0,01
Proteína bruta	425,5 C	510,9 A	443,9 B	11,0	<0,01
Extrato etéreo	882,7 A	849,2 B	810,6 C	4,0	<0,01
Fibra em detergente neutro	574,2 A	532,1 B	477,1 C	59,0	<0,01
Carboidratos não fibrosos	750,9 B	794,0 A	789,3 A	17,0	<0,01
Nutrientes digestíveis totais	480,3 B	542,1 A	516,5 B	10,0	<0,01

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0.05).

EPM – erro padrão da média

P- Probabilidade

Tabela 6. Comportamento ingestivo de bovinos Nelore terminados em confinamento sob diferentes estratégias de sombreamento do curral

Item	Sol	Sombreamento		EPM	Período (dias)				EPM	P-Valor		
		Artificial	Natural		1	8	15	22		Trat	Per	Trat x Per
<i>Alimentação</i>												
horas/dia	2,11AB	2,66A	2,00B	0,16	2,05A	2,06A	2,24A	2,68A	0,19	0,02	0,08	0,37
min/kg MS	13,97 AB	18,85 A	13,67 B	1,27	19,43	16,41	15,06	15,10	1,47	0,02	0,13	0,42
min/kg FDNcp	67,68 B	88,86 A	60,29 B	5,55	84,69	71,63	65,77	67,01	6,41	<0,01	0,15	0,43
<i>Ruminação</i>												
horas/dia	4,39B	5,05B	6,56A	0,22	5,86A	5,58AB	5,13AB	4,77B	0,25	<0,01	0,02	<0,01
min/kg MS	35,08B	35,68B	45,53A	2,13	43,03A	40,77A	36,54A	34,72A	2,46	<0,01	0,08	<0,01
min/kg FDNcp	139,90B	168,15B	200,78A	9,16	186,11A	176,22A	162,38A	153,72A	10,57	<0,01	0,15	<0,01
<i>Ócio</i>												
horas/dia	17,48A	16,22B	15,42B	0,26	15,37B	16,17AB	16,8A	17,16A	0,30	0,00	0,00	<0,01
<i>Mastigação</i>												
número/bolus	57,79A	51,99B	55,68AB	1,22	53,06A	53,88A	57,23A	56,44A	1,41	0,01	0,13	<0,01
Total, horas/dia	6,51B	7,71A	8,57A	0,26	8,54A	7,82AB	7,2B	6,83B	0,30	<0,01	<0,01	<0,01
segundos/bolus	53,91A	49,51B	54,49A	1,02	52,06A	52,57A	53,61A	52,33A	1,18	<0,01	0,81	<0,01

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey (P < 0.05)

EPM – erro padrão da média

P- Probabilidade

Tabela 7. Comportamento ingestivo de bovinos Nelore terminados em confinamento sob diferentes estratégias de sombreamento do curral

Item	Sol	Sombreamento		EPM	Períodos (dias)				EPM	P-Valor		
		Artificial	Natural		1	8	15	22		Trat	Per	Trat x Per
<i>Número de períodos (n/dia)</i>												
Alimentação	4,45B	7,1A	6,65A	0,40	6,80A	5,00B	6,00AB	6,46AB	0,46	<0,01	0,05	<0,01
Ruminação	8,35C	11,95B	17,3A	0,56	12,13A	12,06A	13,06A	12,86A	0,65	<0,01	0,62	<0,01
Ócio	18,75B	23,05A	23,4A	0,65	22,53AB	20,66BC	24,2A	19,53C	0,75	<0,01	0,00	<0,01
<i>Duração de períodos (min)</i>												
Alimentação	29,21A	25,45AB	18,73B	2,26	24,94AB	31,00A	22,87AB	19,04B	2,61	0,01	0,02	0,03
Ruminação	32,63A	26,66B	23,76B	1,21	30,04AB	32,59A	25,00BC	23,10C	1,40	<0,01	<0,01	<0,01
Ócio	60,81A	43,77B	40,65B	3,10	41,32B	48,7AB	44,54B	59,09A	3,58	<0,01	0,01	<0,01
<i>Eficiência alimentar</i>												
g MS/hora	4278,67A	3576,52A	4778,09A	368,66	3288,31B	4268,24AB	4297,84AB	4989,98A	425,70	0,08	0,06	0,24
g FDNcp/hora	1073,09A	758,93B	1083,67A	86,93	754,57B	978,76AB	987,17AB	1167,09A	100,38	0,02	0,05	0,22
<i>Eficiência de ruminação</i>												
Bolus/dia	300,06C	374,73B	439,64A	18,08	416,11A	379,74AB	356,24AB	333,83B	20,88	<0,01	0,05	<0,01
g MS/hora	2131,69A	1741,47B	1422,59B	100,87	1492,33B	1613,23AB	2042,71A	1912,72AB	116,48	<0,01	0,01	<0,01
g FDNcp/hora	534,62A	369,54B	322,64B	24,30	339,64C	366,86BC	482,30A	446,93AB	28,06	<0,01	<0,01	<0,01

Médias seguidas de mesma letra na linha não deferem entre si pelo teste de tukey (P < 0.05)

EPM – erro padrão da média

P- Probabilidade

Tabela 8. Desempenho produtivo e eficiência de bovinos Nelore terminados em confinamento sob diferentes estratégias de sombreamento do curral

Item	Sol	Sombreamento		EPM	P-Valor
		Artificial	Natural		
Peso inicial, kg	293,72	294,70	292,33	1,85	0,64
Peso Final, kg	436,06B	439,42AB	451,30A	4,16	0,05
Ganho em peso, kg/dia	1,41B	1,43B	1,55A	0,03	0,02
Eficiência alimentar, ganho/kg de MS	0,190	0,183	0,179	<0,01	0,21
Peso de carcaça quente, kg	246,21	250,86	254,02	2,78	0,09
Rendimento de carcaça quente, %	56,63	57,11	56,31	0,48	0,42
Rendimento do ganho, %	70,35	70,34	68,34	1,39	0,63

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0.05)

EPM – erro padrão da média.

P- Probabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desempenho dos animais foi melhor dentre os animais presentes no ambiente com sombreamento natural e artificial, com maior peso corporal final e ganho em peso.

O uso de sombreamento artificial com interceptação luminosa de 50% do curral de bovinos confinados ainda é bastante controverso com relação ao desempenho animal, embora os animais utilizem a sombra artificial. A tela artificial com interceptação de até 50% da luz não reduziu a CTR e a temperatura do ar em relação aos animais sem sombreamento, levando os animais a condições de estresse térmico justificado pelo valor de ITGU acima de 79.

Em se tratando de conforto térmico e bem-estar dos animais, é de fundamental importância o sombreamento dos currais de manejo dos animais na fase de terminação na região do semiárido.