

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

TAIS FERREIRA DE OLIVEIRA

EFEITO DA TEMPERATURA E UMIDADE NA INGESTÃO DE ALIMENTOS DE
TOUROS NELORE CONFINADOS NO CERRADO

UBERLÂNDIA

2016

TAIS FERREIRA DE OLIVEIRA

EFEITO DA TEMPERATURA E UMIDADE NA INGESTÃO DE ALIMENTOS DE
TOUROS NELORE CONFINADOS NO CERRADO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,
da Faculdade de Medicina Veterinária da
Universidade Federal de Uberlândia,
como requisito parcial à obtenção do
título de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientadora: Professora Dra. Mara
Regina Bueno de Mattos Nascimento

UBERLÂNDIA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

O48e
2016

Oliveira, Tais Ferreira de, 1989

Efeito da temperatura e umidade na ingestão de alimentos de touros
nelore confinados no cerrado / Tais Ferreira de Oliveira. - 2016.
35 f.

Orientadora: Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Bovino de corte - Alimentação e rações -
Teses. 3. Bovino - Raça nelore - Teses. 4. Conforto térmico - Teses. I.
Nascimento, Mara Regina Bueno de Mattos. II. Universidade Federal de
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III.
Título.

CDU: 619

TAIS FERREIRA DE OLIVEIRA

EFEITO DA TEMPERATURA E UMIDADE NA INGESTÃO DE ALIMENTOS DE
TOUROS NELORE CONFINADOS NO CERRADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Mestrado, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal

Uberlândia, 05 de fevereiro de 2016.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento
(Orientadora – UFU)

Profa. Dra. Carina Ubirajara de Faria
(Examinadora – UFU)

Prof. Dr. Rodrigo Otávio Decaria de Salles Rossi
(Examinador – IFTM)

RESUMO

Neste estudo, objetivou-se analisar a influência da temperatura e umidade do ar sobre a ingestão de matéria natural de touros confinados no bioma cerrado. Foram utilizados 53 touros da raça Nelore monitorados individualmente pelo sistema *GrowSafe System*® de 12 de maio a 12 de agosto de 2014. A dieta foi composta por silagem de milho, milho grão moído, farelo de soja, ureia e núcleo mineral. A temperatura ambiente e umidade do ar foram registradas a cada hora por meio de *Data Logger*, e calculou-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Os dias foram divididos em quatro períodos (8-10h; 10-15h; 15-18h e 18-8h) de acordo com a oferta da dieta no cocho (8, 10 e 15 horas) e calculou-se a média do consumo de matéria natural por horário por animal. As médias de consumo de matéria natural nos diferentes horários foram comparadas pelo teste t-student. Utilizou-se regressão múltipla pelo método de *Stepwise* para relacionar o consumo médio com os fatores do ambiente térmico. Houve maior consumo de matéria natural no período mais ameno, das 18 às 8 horas, sendo, portanto, superior aos demais horários. Observou-se que o modelo que melhor explicou a relação entre consumo e ambiente térmico foi o que incluiu as variáveis independentes temperatura do ar, umidade relativa e ITU, conjuntamente. Os coeficientes padronizados para umidade; umidade e ITU; e umidade, ITU e temperatura apresentaram valores negativos. O ganho de massa corporal médio foi de 1,99 kg por dia de confinamento. Para cada segundo de permanência no cocho, o consumo aumentou em 3,20 gramas. Conclui-se que a temperatura e umidade, bem como em conjunto, calculadas no ITU podem reduzir o consumo de matéria natural de touros da raça Nelore em sistema de confinamento bem como o consumo de matéria natural está intimamente relacionado às horas de maior conforto térmico, observado no final da tarde e durante a noite.

Palavras-chave: Bovinos de corte, *Bos indicus*, Conforto térmico, *GrowSafe System*.

ABSTRACT

In this study, was analysed the influence of air temperature and humidity on the natural matter feed intake of confined bulls in the cerrado biome. Fifty-three Nelore bulls were individually monitored by the GrowSafe System® from May 12 to August 12, 2014. The diet was composed by corn silage, ground corn, soybean meal, urea and mineral nucleus. The ambient temperature and air humidity were recorded every hour using Data Logger, and the Temperature and Humidity Index (THI) was calculated. The days were divided into four periods (8-10 h, 10-15 h, 15-18 h and 18-8 h) according to the meal offer in the trough (at 8, 10 and 15 h) and so on was calculated the mean of natural matter feed intake per hour per animal. The means of natural matter consumption at different times were compared by Student t test. Multiple regression was used by Stepwise method to relate the mean consumption with the thermal environment factors. There was greater consumption of natural matter in the milder period, from 18 to 8 hours, being, therefore, superior to the other periods. The model that best explained the relation between consumption and thermal environment which include the independent variables air temperature, relative humidity and ITU, together. The standardized coefficients for humidity; THI and humidity; THI and temperature presented negative values. The mean of body mass gain was 1.99 kg per day of confinement. For each second of permanency in the trough, consumption increased by 3.20 grams. It is concluded that the temperature; humidity, and both, calculated in the ITU can reduce the consumption of natural matter of Nelore bulls in confinement system as well as the natural matter feed intake is closely related to the hours of greater thermal comfort, that was observed in the late afternoon and at night.

Keywords: Beef cattle, *Bos indicus*, *GrowSafe System*, Thermal comfort.

SUMÁRIO RESUMO.....E

rrro! Indicador não definido.

ABSTRACT.....E

rrro! Indicador não definido.

1

INTRODUÇÃO.....Err

o! Indicador não definido.

2 REVISÃO DE

LITERATURA.....Erro! Indicador não definido.

- 2.1 Bovinos de corteErro! Indicador não definido.
- 2.2 Raça NeloreErro! Indicador não definido.
- 2.3 Comportamento alimentar em bovinosErro! Indicador não definido.
- 2.4 Homeotermia em bovinos.....Erro! Indicador não definido.
- 2.5 Zona de termoneutralidadeErro! Indicador não definido.
- 2.6 Estresse por calor em bovinosErro! Indicador não definido.
- 2.7 Índice de temperatura e umidade (ITU)Erro! Indicador não definido.
- 2.8 Confinamento de bovinos.....Erro! Indicador não definido.
- 2.9 *Data Logger*.....Erro! Indicador não definido.
- 2.10 *GrowSafe System*Erro! Indicador não definido.

3 MATERIAL E

MÉTODOS.....Erro! Indicador não definido.

4 RESULTADOS E

DISCUSSÃO.....Erro! Indicador não definido.

- 4.1 Caracterização do ambiente térmico.....Erro! Indicador não definido.
- 4.2 Influência da hora do dia no consumo de matéria naturalErro! Indicador não definido.
- 4.3 Influência do ambiente térmico no consumo médio de matéria naturalErro! Indicador não definido.
- 4.4 Ganho de massa corporal durante confinamento.....Erro! Indicador não definido.

CONCLUSÃO..........Erro

! Indicador não definido.

REFERÊNCIAS..........Er

ro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas em seu quinto relatório de avaliação do clima evidenciou que eventos climáticos extremos têm se tornado mais frequentes desde 1950, e boa parte dessas alterações estão associadas a influência humana, incluindo o aumento de dias e noites quentes, ondas de calor, irregularidade nas precipitações, entre outros (IPCC, 2014). As mudanças climáticas, em especial o estresse por calor, afetam fortemente a performance produtiva dos animais. Entretanto, ainda é um desafio adequar o manejo para reduzir o impacto ocasionado pelas condições meteorológicas.

A bioclimatologia desempenha papel relevante na gestão ambiental da pecuária, por ser a parte da ecologia que estuda a influência do clima nas respostas biológicas dos animais e na produção agropecuária (NIENABER; HAHN, 2007). Diversos fatores meteorológicos tais como temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, radiação solar e a interação destes comprometem o crescimento, produção de leite, reprodução, etc pois podem submeter os animais ao estresse térmico (MULLER, 1989).

O Brasil possui aproximadamente 191 milhões de cabeças de bovinos sendo que cerca de 80% deste total compreende raças de origem indiana (*Bos taurus indicus*). Dentre estas, mais popularizada é a raça Nelore que apresenta importantes características relacionadas à adaptabilidade às condições tropicais como resistência à endo e ectoparasitas e escassez de alimentos em determinada época do ano (SAINZ et al., 2006).

A cada dia a raça Nelore tem sido selecionada para outras características como precocidade produtiva e reprodutiva. No entanto, neste processo de melhoramento pouco se considera as características de adaptação ao ambiente térmico o que pode resultar em mudanças no comportamento ingestivo e consequentemente no ganho em massa corporal quando as variáveis do ambiente térmico atingem patamares de desconforto.

A zona termoneutra de criação dos bovinos é representada pelas temperaturas críticas inferior e superior, e é um dos fatores para expressão máxima do potencial genético desses animais. Nesta faixa de temperatura a homeotermia está sob controle da perda de calor sensível e, portanto, não ocorre mudanças na produção de calor metabólico e na perda de calor evaporativa. Acima desta faixa de temperatura ambiente ótima os animais poderão apresentar dificuldade em dissipar calor, o que poderá comprometer seu ganho em massa corporal e consumo de alimentos (MORRISON, 1983).

Além da temperatura ambiente, a umidade do ar é um fator importante na produção animal. Quando em estresse por calor, na tentativa de manter o equilíbrio térmico o organismo mobiliza mecanismos não evaporativos de perda de calor, porém em uma maior necessidade, mecanismos evaporativos são recrutados. Por outro lado, não só a mobilização de recursos orgânicos são importantes, pois a interação com o ambiente é relevante. Quando a temperatura e umidade do ar estão elevados isso pode prejudicar a dissipação de calor e assim interferir na eficiência da produção animal.

Tendo isso em vista, neste estudo objetivou compreender a relação entre variáveis do ambiente térmico, como temperatura² e umidade do ar na ingestão de alimentos de touros Nelore, confinados no microclima Cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bovinos de corte

A carne bovina constitui-se numa importante fonte de proteína animal na dieta da população brasileira, além do relevante papel social principalmente por gerar empregos (MARQUES et al., 2006). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), o Brasil em 2014 possuía um rebanho bovino de 217 milhões de cabeças, sendo abatido 33,9 milhões, com uma produção de carne de 8.061.420 toneladas.

A pecuária de corte é desenvolvida em todos os Estados e ecossistemas do Brasil e apresenta diversos tipos de sistemas de produção, que variam desde pecuária extensiva, suportada por pastagens nativas e cultivadas de baixa produtividade e pouco uso de insumos, até pecuária intensiva, com pastagens de alta produtividade, suplementação alimentar em pasto e confinamento (CEZAR et al., 2005).

A oportunidade do Brasil de se consolidar no mercado mundial de carne bovina, a maior competitividade com outras carnes e com outros mercados têm requerido da atividade a oferta de produto de qualidade durante todo ano (EUCLIDES-FILHO et al., 2003). Afirmam ainda que esta demanda aliada com a necessidade de aumentar a eficiência do setor têm sido os grandes incentivadores do processo de restruturação na produção de carne bovina.

Em um processo de intensificação, o confinamento tem sido uma prática aplicada na pecuária de corte brasileira como alternativa de terminação. Neste contexto, cresce a participação de novilhos superprecoce, que são animais abatidos com idade aproximada de 15 meses e massa corporal de 18 arrobas. Estes bovinos juntamente com os denominados precoce, que são aqueles abatidos com aproximadamente 36 meses e massa corporal de 18 a 19 arrobas têm sido os grandes responsáveis pela oferta de produtos de qualidade (EUCLIDES-FILHO et al., 2003).

A pecuária de corte é caracterizada pelas fases de cria, recria e terminação, as quais são desenvolvidas como atividades isoladas ou combinadas de forma a se complementarem (CEZAR et al., 2005). A cria corresponde a fase de reprodução, crescimento e desmama do bezerro. A recria vai da desmama à reprodução (fêmea) ou início engorda (machos). E finalmente, a terminação que compreende a engorda dos animais para abate.

No caso de utilização de animais precoces e superprecoces, bem como o aproveitamento da capacidade genética, na fase de terminação, utiliza-se como sistema intensivo, o confinamento. Neste sistema os lotes são recolhidos em piquetes com área restrita, alimento e água são fornecidos em cochos, sendo mais utilizado na terminação.

2.2 Raça Nelore

A produção de carne bovina no Brasil caracteriza-se por sistemas de produção baseados em pastagens de forrageiras tropicais e em bovinos predominantemente zebuíños, sendo a raça Nelore a de maior ocorrência. Acima de 80% do rebanho brasileiro apresenta alguma composição genética derivada de raças zebuínas (RIPAMONTE, 2002).

A raça Nelore é formada a partir do gado Ongole, raça que vem da mistura de pelo menos 14 outras, e também pelos zebus de Misore (SANTIAGO, 1987). Atualmente, o melhoramento genético com ênfase na produção de carne tem sido empregado nesta raça (GLASER, 2008), embora na sua origem tenha sido utilizada para produção leiteira (SANTIAGO, 1987).

2.3 Comportamento alimentar em bovinos

A preocupação cada vez maior pelo bem-estar e por manejo produtivo que seja economicamente viável, tem gerado pesquisas na área de comportamento e bem-estar. O estudo do comportamento animal é uma ferramenta importante, principalmente, para bovinos mantidos em regime de confinamento, e fundamental para o desenvolvimento e sucesso da prática de manejo (FRASER, 1985; DAMASCENO; BACCARI; TARGA, 1999).

As atividades diárias dos bovinos são caracterizadas por três comportamentos: alimentação, ruminação e ócio: sua duração e distribuição podem ser influenciadas pelas características da dieta, manejo, condições meteorológicas e atividade dos animais do grupo (FISHER et al., 1997), fazendo com que os bovinos se adaptem às diversas condições, modificando seus parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo, compatível com suas exigências nutricionais (HODGSON, 1990).

O período de alimentação para bovinos confinados, variam de 1 até 6 horas, para dietas com baixo teor de energia (BÜRGER et al., 2000), porém quando a disponibilidade de alimento limita o consumo, os animais alteram o comportamento ingestivo, utilizando mecanismos como diminuição do tamanho de bocado ou aumento da taxa de bocados (FISCHER, 1997). O comportamento de procura por alimento de bovinos confinados é bem característico, sendo os principais momentos de ingestão seguindo a oferta de refeições no cocho (PINTO et al., 2010).

De acordo com Marques e colaboradores (2007), a presença de áreas cobertas e sombreadas são necessários para que os animais mantidos em confinamento se protejam de rigores das condições climáticas. Definem que o grau de necessidade de cada um desses recursos depende das características genéticas e ambientais. Assim, a intensidade de radiação solar e a capacidade de adaptação dos animais ao calor são fatores que interferem na necessidade por sombra (PARANHOS DA COSTA; ZUIN; PIOVESAN, 1998).

Altas temperaturas reduzem a frequência de alimentação durante as horas mais quentes do dia, aumentando a frequência nas primeiras horas da manhã e no final da tarde. Para gado de corte zebuíno em condições de temperatura e umidade elevadas pode haver redução na ingestão de alimento em até 30%, se tornando mais severa para dietas com grandes quantidades de volumosos, ricos em fibra (VALVERDE, 2001). Porém, o alto índice pluviométrico também é fator limitante do desempenho, podendo ser até mais prejudicial que a radiação solar direta (NBR, 1996).

Santos, Smith e Costa (2001) observaram o comportamento de pastejo de bovinos de corte zebuínos durante o dia, e verificaram que com o aumento da temperatura o consumo voluntário é diminuído. Porém, observaram que os bovinos pastam cerca de 40% durante a noite no final do período seco do ano (agosto), no Pantanal, como uma forma de compensar a menor ingestão alimentar diurna. Bovinos submetidos a estresse térmico reduzem o número, duração e consumo de matéria seca por refeição (GRANT; ALBRIGHT, 1995).

Outro fator que interfere no comportamento ingestivo é o tipo do alimento ofertado. Magnani e colaboradores (2013) observaram em novilhas Nelore que a concentração de fibras na dieta está negativamente correlacionada com o consumo de matéria seca em razão da fermentação mais lenta e de maior tempo de permanência no rúmen. Porém, fibras mais digestíveis podem aumentar o consumo, pelo aumento da taxa de passagem, criando espaço para outra refeição. A qualidade da ração ofertada também

pode influenciar o comportamento ingestivo como observado por Mizubuti e colaboradores (2013). Os autores constataram que bovinos Nelore em confinamento alimentados com dietas contendo diferentes híbridos de milho apresentaram diferença no padrão de consumo. Os animais que se alimentaram com dietas contendo milho semiduro ou semidentado apresentaram maior tempo de mastigação, maior número de bolos ruminais e menor tempo de alimentação que aqueles que receberam alimentação contendo milho duro.

O sistema de pastejo também pode influenciar o comportamento ingestivo de bovinos Nelore. Oliveira (2013) verificou que animais que permaneceram em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, com espaçamento entre fileiras de árvores de 22 m e densidade de 227 árvores/ha, ficaram mais tempo pastejando à sombra em relação aos animais que permaneceram no mesmo sistema de pastejo, porém com espaçamento entre fileiras de árvores de 14 m e densidade de 357 árvores/ha que apresentaram uma maior variação comportamental ao longo do dia. Tonello e colaboradores (2012) observaram que novilhos Nelore mantidos em piquetes com plantas invasoras necessitam locomover-se mais que animais mantidos em piquetes limpos. Isso pode ocasionar uma maior demanda energética para movimentação, reduzindo a produtividade animal, demonstrando que a qualidade do pasto também pode ser um fato determinante para o comportamento ingestivo.

Além disso, existem diferenças entre machos e fêmeas em relação ao comportamento ingestivo. No geral, fêmeas ingerem os alimentos mais vagarosamente em relação aos machos, mesmo consumindo menores quantidades. Além disso, os machos apresentam maior consumo de matéria seca, e, portanto, maior tempo de ruminação em relação às fêmeas, para uma melhor quebra do alimento, com melhor disponibilização e melhor utilização dos nutrientes, indicando menor gasto de energia na alimentação (SANTOS, 2014).

2.4 Homeotermia em bovinos

Os mamíferos e aves são seres homeotérmicos, capazes de manterem a temperatura corporal interna constante, mesmo com a variação da temperatura ambiente. Os animais utilizam de vários mecanismos fisiológicos e bioquímicos dependentes da temperatura corporal, como a frequência respiratória, a cardíaca, processos digestivos,

entre outros, para regularem assim a velocidade do ganho e da perda de calor (RODRIGUES, 2002).

A temperatura corporal interna é controlada pelo equilíbrio entre calor dissipado para o ambiente e o produzido pelo metabolismo mais calor adquirido. A produção de calor se dá, entre outros fatores, pelo processo químico de digestão dos alimentos ingeridos. Se os processos fisiológicos não podem compensar o excesso de calor do corpo, uma diminuição na produção de calor pode ser alcançada pela diminuição da ingestão de alimentos (BROWN-BRANDL et al., 2003; BEATTY et al., 2006). Já a dissipação ocorre em função das condições ambientais, sendo as formas mais comuns condução, convecção, radiação e evaporação, e fisiologicamente isso se manifesta com a vasodilatação periférica, aumento da frequência respiratória e da sudação, dentre outros (RODRIGUES, 2002).

Na condução, o animal perde ou ganha calor pelo contato direto com substâncias frias ou quentes, incluindo o ar, a água e materiais sólidos. Já a convecção se caracteriza pela transferência de energia térmica que acontece por meio de um fluido, seja líquido ou gasoso. Essa é dependente da temperatura de superfície corporal, forma e tamanho do corpo, da temperatura e velocidade do vento em contato com o corpo (SILVA, 2000).

A radiação é o processo de transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas. Por exemplo, quando a criação dos bovinos é a pasto, a radiação solar direta intensa facilita o ganho de calor e consequentemente, dificulta o equilíbrio térmico. Por outro lado, quando a criação é confinada a energia térmica radiante proveniente dos telhados e da circunvizinhança das instalações também colabora para acrescentar calor ao organismo animal (SILVA, 2000).

A evaporação é a transferência de calor que ocorre pela mudança do estado da água de líquido para gasoso. Esse mecanismo é realizado pelo trato respiratório e superfície cutânea. Como o processo é dependente da pressão de vapor da água, à medida que aumenta a porcentagem de umidade diminui a perda de calor por evaporação. Em ambientes com temperatura e umidade elevadas, essa perda é prejudicada e a condição de estresse é mais acentuada (SILVA, 2000). Aumentos na frequência respiratória e transpiração também aumentam a perda de calor (ALLEN, 1962; THOMAS, PEARSON, 1986; GAUGHAN et al., 1999).

Os animais que são submetidos a estresse por calor apresentam várias reações fisiológicas, todas elas resultantes da tentativa de manter a temperatura corporal, ou seja, resultantes do processo de termorregulação. Uma reação inicial devido ao aumento da

temperatura ambiente é a vasodilatação periférica, o que aumenta o fluxo de sangue quente para a superfície da pele e, assim, aumenta a perda de calor por condução e convecção (FINCH, 1985).

Na maioria dos bovinos a temperatura interna situa-se em torno de 38,5°C, sendo mais alta que a temperatura do ar encontrada em grande parte dos ambientes terrestres (BAETA; SOUZA, 2010). Sendo assim, os mecanismos de termorregulação transferem calor do corpo para o ambiente, porém, em dias frios deve haver uma restrição de perda de calor para o ambiente externo e um aumento da produção de calor endógeno. A termorregulação torna-se mais difícil em condições de calor intenso, pois quando a temperatura do ambiente excede a da pele, o gradiente térmico normal inverte e o calor flui do ambiente para o corpo. Os desafios fisiológicos quando em ambiente quente e úmido são diferentes dos encontrados em ambientes quente e secos, pois nessas condições a baixa umidade facilita a evaporação, fazendo com que o resfriamento evaporativo seja mais eficaz (HARDY, 1981).

Quando os mecanismos de termólise dos animais homeotérmicos não são eficientes, o calor metabólico somado com o calor recebido do ambiente torna-se maior que a quantidade de calor dissipada para o ambiente, em consequência a isso pode ser notado um aumento da temperatura retal. Com a temperatura corpórea elevada, o organismo reage aumentando a sudorese e a frequência respiratória para eliminar o excesso de calor (MORAIS et al., 2008).

A intensidade das alterações durante o processo de termorregulação é diretamente dependente de características anátomo-fisiológicas relacionadas com a capacidade dos animais em trocar calor com o meio ambiente. Destaca-se que além das diferenças entre raças, em cada raça existem indivíduos com maior ou menor capacidade adaptativa ao ambiente tropical, de forma que a existência de diferenças individuais dentro de uma raça constitui uma fonte de variação importante na análise das respostas dos organismos ao ambiente térmico (PARANHOS DA COSTA, 1995).

Estes processos fisiológicos inicialmente citados para perda de calor (vasodilatação periférica, sudação, aumento da frequência respiratória) adicionam a exigência de manutenção do animal, e como a sua ingestão de alimento encontra-se diminuída o que pode levar piora no desempenho do animal (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994; MITLOEHNER; LAUBE, 2003).

2.5 Zona de termoneutralidade

Os limites de temperatura em que o animal não mobiliza seus recursos termorreguladores para se ajustar às condições ambientais é definido como zona de termoneutralidade (NÃÄS, 1989). Nessa faixa de temperatura, o animal pode expressar sua capacidade produtiva sem qualquer resposta fisiológica. Bligh e Johnson (1973) definem zona de termoneutralidade como sendo a amplitude de temperatura ambiente dentro da qual os animais apresentam metabolismo mínimo, sem demonstrar quaisquer sintomas de desconforto térmico. Essa amplitude de temperatura é delimitada pela Temperatura Crítica Superior (TCS) e pela Temperatura Crítica Inferior (TCI), sendo que os animais que estão acima da TCS são submetidos ao estresse pelo calor, e abaixo da TCI, estresse pelo frio (MARTELLO; SAVASTANO; PINHEIRO, 2004).

2.6 Estresse por calor em bovinos

As condições ambientais que preenchem as exigências da maior parte dos bovinos são: temperatura entre 13 e 18°C e umidade relativa do ar entre 60 e 70% (BARBOSA; SILVA, 1995; BAETA; SOUZA, 2010). Temperatura elevada, acima da zona de conforto, reduz o consumo de alimento, principalmente para aqueles com altos teores de fibra, cabendo assim aos animais ajustarem seu metabolismo, reações fisiológicas e comportamento para mostrar respostas adequadas às diversas características e condições do ambiente (ARRUDA, FIGUEIREDO; PANT, 1984; SILVA, 1998).

Diversas raças de bovinos criados nas regiões tropicais são provenientes de regiões de clima temperado. Sendo assim, esses animais tiveram que ajustar seu metabolismo e comportamento às novas variações climáticas (SMITH, 1993). Quando esses mecanismos não são suficientes para a manutenção do equilíbrio térmico a ingestão de alimento é reduzida e o metabolismo se torna mais lento, causando hipofunção da tireoide. Isto afeta o crescimento, a eficiência reprodutiva, a conversão alimentar e a produção de leite, causando consideráveis perdas econômicas. Com isso há a necessidade de avanço genético que inclua seleção para tolerância ao calor ou a identificação de traço genético que aumente a tolerância ao calor (WEST, 2003).

Os animais podem superar os efeitos negativos do estresse pelo calor graças à aclimatação, que reduz o esforço fisiológico produzido pela ação de um estressor do ambiente. Este processo acontece por meio de ajustes nos limites do próprio organismo

que, geralmente, resultam em aumento das exigências de energia de manutenção e a consequente diminuição da produção, o que ocorre com frequência, quando a temperatura ambiente excede a temperatura crítica superior (BACCARI JUNIOR, 1986).

Diminuição do crescimento, problemas reprodutivos, falha no sistema imunológico, e em situações extrema, a morte do animal são consequências da severidade do estresse. E ao contrário, se o ambiente térmico for mantido adequadamente, culmina em benefício à produção animal, como aumento de produtividade e na eficiência de aproveitamento dos alimentos (PARANHOS DA COSTA, 1987).

2.7 Índice de temperatura e umidade (ITU)

A temperatura interfere diretamente sobre os processos fisiológicos e comportamentais dos animais. Portanto, é importante reconhecer e entender o organismo animal e como ele reage frente às condições meteorológicas, especialmente o calor (ANTUNES et al., 2009).

A temperatura e a umidade do ar têm efeito direto sobre os bovinos, sendo que qualquer alteração nos valores de temperatura promove em curto prazo alterações no comportamento e na fisiologia. Já a umidade do ar exerce influência sobre a dissipação de calor por evaporação quando em ambiente quente, reduzindo a troca de calor se estiver alta, afetando a produtividade e o bem-estar animal (FERREIRA, 2005).

Os índices ambientais são mensurados na tentativa de classificar os ambientes e a aptidão animal, para que estes estejam, sempre que possível, mais próximos da sua zona de termoneutralidade (SILVA, 2000). Vários índices são utilizados para predizer o desconforto e conforto dos animais em relação ao ambiente ao qual está exposto. Dentre os índices de conforto térmico para avaliar a adequação de um ambiente em relação a uma atividade de exploração animal, destaca-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), também conhecido pela sigla em inglês, THI. É o índice de conforto mais utilizado para avaliação de animais e leva em consideração a temperatura do termômetro de bulbo seco (t) Temperatura do ar) e U Umidade para relacionar com o desempenho dos animais (BUFFINGTON et al., 1981).

O ITU, valor que combina temperatura e umidade do ar, foi criado por Thom (1958) e usado por Berry, Shanklin e Johnson (1964) para vacas, e essa variável tem sido utilizada para estimar o grau de estresse por calor em gado de leite e corte (MADER et al., 2006; WEST, 2003). Para calcular o ITU, várias equações têm sido propostas. Sendo

assim, os estudos de estresse pelo calor com base no ITU devem ser analisados com cautela e devem ser considerados o tipo de clima, se seco ou úmido, e a equação do ITU utilizada (DIKMEN; HANSEN, 2009).

Para os animais domésticos em geral, um valor ideal de ITU para manutenção da zona de termoneutralidade deve ser igual ou inferior a 70; entre 71 e 78 é considerado crítico; entre 79 e 83, indica perigo; e acima de 83 constitui emergência (HAHN, 1985). Entretanto, LCI (1970) afirma que valores de ITU até 74 caracteriza conforto, de 74 a 79 alerta, de 79 a 84 perigo, e, acima de 84 emergência.

2.8 Confinamento de bovinos

O sistema de criação de bovinos em que lotes de animais são mantidos em piquetes ou currais com área restrita, e são fornecidos em cochos alimentos e água é conhecido por confinamento e pode ser aplicado a todas as categorias do rebanho. Entretanto, é mais propriamente utilizado para a terminação de bovinos, que é a fase da produção que imediatamente antecede o abate do animal, ou seja, envolve o acabamento da carcaça que será comercializada. Bons produtos de confinamento são animais sadios, fortes, com ossatura robusta, bom desenvolvimento muscular (quantidade de carne) e gordura suficiente para dar sabor à carne e proporcionar boa cobertura da carcaça (CARDOSO, 1996).

Também podem ser realizados confinamentos para avaliação de desempenho e ganho de massa corporal de touros jovens destinados à reprodução, que além de avaliar o mérito genético de caracteres herdáveis como ganho de massa corporal e massa corporal final também identificam no grupo de animais aqueles de melhor desempenho em massa corporal final padronizado, fornecendo dados para a seleção (NAVARINI et al. 2009).

2.9 *Data Logger*

O monitoramento climático pode ser realizado utilizando recursos modernos, dentre esses pode-se citar sensores eletrônicos, que são utilizados para coleta de dados de temperatura, umidade do ar e radiação solar. O *data logger* é portátil e utiliza o termorresistor para medidas de temperatura, que se fundamenta na variação da resistência elétrica de metais com a temperatura. Também fornece valores de umidade do ar (SILVA, 2000).

2.10 *GrowSafe System*

O *GrowSafe System*® é um sistema eletrônico de monitoramento da ingestão de alimento, que utiliza tecnologia de rádio frequência e permite documentar padrões de alimentação individual, com um grau de sensibilidade não alcançado por observação visual. O sistema registra as idas ao cocho de cada animal, a localização do cocho que escolheu para se alimentar e o tempo que permaneceu no cocho (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2002).

O sistema *GrowSafe System*® (GrowSafe System® Ltd., Airdrie, AB, Canadá) é basicamente composto por um cocho eletrônico acoplado a uma balança eletrônica de forma que todo alimento que entra e sai do cocho é computado pelo sistema (GROWSAFE®, 2014). O cocho possui uma antena para a detecção da presença do animal, feita através do brinco na orelha (brinco redondo EID Allflex Half Duplex). Desta forma, o sistema detecta a presença do animal no cocho simultaneamente a quantidade de alimento consumida naquela visita (GROWSAFE®, 2014).

Todos os dados dos animais são enviados por antena para um receptor que está acoplado a um computador onde são compiladas todas as informações através de um sistema de aquisição de dados. O sistema também elabora gráficos sobre os horários de frequência dos animais no cocho. Os dados gerados são enviados, via internet, ao *GrowSafe System*® no Canadá, empresa fabricante e responsável pela auditoria (GROWSAFE®, 2014). Antes do sistema *GrowSafe*®, o comportamento alimentar e ingestão de bovinos foram observados com trabalho intenso, observações diretas e estudos com pequeno número de animais (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN; HUISMA; McALLISTER, 1999).

Schwartzkopf-Genswein e colaboradores (2011) trabalharam na validação do sistema, realizando um teste que comparava dados de consumo registrado pelo sistema, com dados de pesagem de vagão forrageiro. Em um período de dez dias, o sistema registrou 26.184,1 kg de consumo, enquanto que os dados do vagão forrageiro totalizaram 26.101,6 kg. Estes cálculos indicam que o *GrowSafe System*® apresentou 82,5 kg, ou 0,3% a mais que o estimado pelo vagão forrageiro. A variância foi considerada dentro do nível de sensibilidade, entre os dados do sistema e do vagão forrageiro.

O sistema *GrowSafe*® está bem difundido nos EUA, com mais de 14 instalações, incluindo faculdades e propriedades privadas, assim como no Canadá. No Brasil, o

primeiro equipamento do sistema *GrowSafe®* foi instalado no Rancho da Matinha, em Uberaba-MG, e a Universidade Federal de Uberlândia já possui para fins de pesquisa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, localizada a 18°30' de latitude sul e 47°50' de longitude oeste e altitude de 843m. Conforme classificação climática de Köppen-Geiger, esta região apresenta clima Aw: clima tropical com inverno seco (precipitação no inverno menor que 60 mm), apresentando vegetação de cerrados ou campos com predominância de arbustos e vegetação rasteira.

O confinamento era de 42 x 40 m, divididos em dois piquetes de mesmo tamanho com área sombreada com tela de polipropileno com retenção de 80%, medindo 38 x 4 m. Em cada piquete havia quatro comedouros eletrônicos de 1,18 m cada e um bebedouro com capacidade de 2600 litros, com posicionamento entre os dois piquetes. Os cochos eram cobertos em área de piso concretada. Estes eram equipados com o sistema *GrowSafe®*, que monitora a ingestão de alimento por 24 horas, utilizando tecnologia de rádio frequência e registra padrões de alimentação individual (idas ao cocho de cada animal, localização do cocho que o animal escolheu para se alimentar, o tempo que permaneceu no cocho e quantidade que ingeriu).

Foram utilizados 53 touros da raça Nelore com idade aproximada de 18 a 20 meses, e provenientes de diversos criatórios nacionais, registrados pela Associação Brasileira dos criadores de Zebu, na categoria puros de origem (PO), participantes da III Prova de Desempenho Individual de touros Nelore e I Prova de Eficiência Alimentar, uma parceria entre a Universidade Federal de Uberlândia e a Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). Estes foram ranqueados conforme sua massa corporal, da maior para menor, e, distribuídos um para cada piquete, totalizando 26 em cada espaço. Os bovinos foram identificados por brincos eletrônicos na orelha e alojados no confinamento.

No início do experimento, os touros foram pesados e receberam endo e ectoparasiticidas (Ivermectina, Abamectina e Fluazuron). Os animais ficaram no regime de confinamento de 12 de maio a 12 de agosto de 2014, constituindo o período de adaptação os primeiros 21 dias, 56 dias de coleta, sendo desses 70 dias, e 14 dias de perda de dados.

A dieta foi formulada para atender as necessidades dos animais na proporção de 70% de volumoso e 30% de concentrado fornecida *ad libitum* e colocada nos cochos três vezes ao dia, às 08:00h, 10:00h e 15:00h. Foi considerado peso médio inicial de 413 kg

por animal com consumo de 2,5% da massa corporal e 10% de perdas, composta de silagem de milho, milho grão moído, farelo de soja, ureia e núcleo mineral.

A pesagem individual dos animais foi realizada pela manhã, no início e final do confinamento, e a cada 14 dias para a obtenção do ganho de massa corporal diária. Foram coletadas informações de consumo diário de matéria natural por animal, bem como seu comportamento ingestivo (número e duração de cada alimentação) em tempo real. A quantidade de alimento ingerida foi categorizada em consumo médio de matéria natural por animal.

A temperatura ambiente e umidade do ar foram monitoradas diariamente por 24 horas a cada 1 hora por meio de dois dispositivos *data logger* modelo 404A da marca HOMIS® um em cada piquete de confinamento. Os dispositivos foram descarregados a cada 48 horas, correspondente ao tempo de armazenamento do *data logger* e feita a média dos dados encontrados nos dispositivos

O ITU foi calculado pela equação (THOM, 1958):

$$ITU = t_a + 0,36t_{po} + 41,5$$

Em que,

t_a = Temperatura do ar e t_{po} = Temperatura do ponto de orvalho.

Utilizou-se para análise estatística os dias divididos em quatro períodos (das 8-10h; das 10-15h; das 15-18h e das 18-8h), sendo priorizado como início de cada período os horários de oferta no cocho da dieta para os animais (às 8, 10 e 15 horas). Dessa forma, calculou-se a média de consumo de matéria natural em cada horário por animal. As médias do consumo médio por animal nos diferentes horários foram comparadas pelo teste t-Student. Para relacionar o consumo médio com os fatores ambientais utilizou-se regressão múltipla pelo método de *Stepwise*, já para ganho de massa corporal durante confinamento o Teste de Tukey. O tempo de permanência no cocho com a intensidade de consumo realizou análise de variância com regressão linear.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do ambiente térmico

O ambiente térmico durante o experimento apresentou variações esperadas entre as horas do dia para a região do Cerrado, sendo o período mais quente das 10 às 15 horas e o mais ameno das 18 às 8 horas (Tabela 1). A temperatura do ar mostrou-se dentro da zona de conforto térmico para bovinos de corte que está entre 10 a 27°C, segundo Baeta e Souza (2010). A umidade do ar também apresentou variação relacionada ao ciclo diário, resultado esperado, estando a média abaixo da zona de conforto, considerada ideal entre 60 e 70%. Embora em alguns dias a umidade tenha ultrapassado esses valores, provavelmente foram nos horários mais amenos.

Deve-se considerar que, o valor de umidade do ar é importante por interferir na troca de calor quando mecanismos evaporativos de perda de calor são mobilizados. E por ela estar associada a outras variáveis como temperatura do ar, que o entendimento conjunto dos índices ambientais se tornam relevantes. Os valores médios de ITU apresentaram-se dentro da faixa de conforto de acordo com o LCI (1970) que considera valores de até 74 como conforto, entre 74 e 79 de alerta, entre 79 e 84 de perigo e maiores que 84 de emergência. A exposição à radiação solar direta pode aumentar a sensação térmica em 3°C a 4°C aos valores de ITU e a exposição aos ventos pode diminuir a sensação de desconforto quando ITU está elevado, pois resfria o corpo e promove melhor troca de calor com o ambiente (MARX, 2004).

Conforme Silva (2000), nas regiões tropicais a alta incidência de radiação em bovinos confinados associadas a elevados valores de temperatura e umidade do ar, causa desconforto térmico. O estresse térmico causado por essas variações de características ambientais provoca prejuízos consideráveis na produção animal.

4.2 Influência da hora do dia no consumo de matéria natural

Nas condições deste experimento os touros em sistema de confinamento consumiram maior quantidade de matéria natural no período mais ameno, das 18 às 8 horas, sendo, portanto, superior aos demais horários (Tabela 2).

Tabela 1: Valores mínimos, médios e máximos da temperatura do ar, umidade relativa e índice de temperatura e umidade (ITU) de maio a agosto de 2014 nos horários de 8:00 às 10:00h; 10:00 às 15:00h; 15:00 às 18:00h e 18:00 às 8:00h durante confinamento de touros da raça Nelore, de 18 a 20 meses, Uberlândia, MG, Brasil.

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	ITU
8h-10h			
Mínima	23,25	33,85	62,62
Média	23,53 ± 2,27	58,01 ± 11,68	70,21 ± 2,39
Máxima	24,3	96	74,42
10h-15h			
Mínima	16,22	18,28	63,17
Média	30,37 ± 2,63	45,05 ± 13	73,48 ± 2,5
Máxima	30,78	94,74	77,09
15h-18h			
Mínima	16,1	22,87	63,06
Média	25,03 ± 2,28	50,34 ± 12,83	70,51 ± 2,14
Máxima	28,5	94,4	74,02
18h-8h			
Mínima	13,5	48,5	58,34
Média	21,62 ± 1,51	73,76 ± 9,6	63,05 ± 1,89
Máxima	20,58	95,65	66,85
Mínima	13,5	18,28	58,34
Média	25,14 ± 4,26	56,79 ± 16,1	69,39 ± 4,44
Máxima	30,78	96	77,09

Tabela 2 - Consumo médio por animal e desvio padrão de acordo com o horário de consumo, de touros da raça Nelore, confinados durante 70 dias, Uberlândia, MG, 2014.

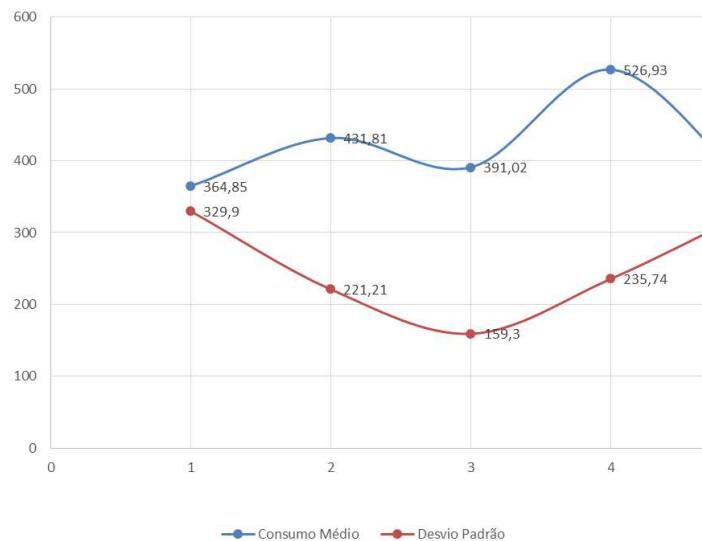
Horário	Consumo Médio (Kg)*
Horário 1: 08:00 – 10:00	364,85 ± 329,90d
Horário 2: 10:00 – 15:00	431,81 ± 221,21b
Horário 3: 15:00 – 18:00	391,02 ± 159,30c
Horário 4: 18:00 – 08:00	526,93 ± 235,74a ^a

*Médias identificadas com letras diferentes diferem significativamente entre si ($P<0,001$), segundo o método estatístico t-student.

O consumo médio de matéria natural diferiu entre os horários sendo que de maior consumo médio foram o de 18h às 8h e o de 10h às 15h e os de menor consumo foram o 15h às 18h e o 8h às 10h (Tabela 2). Este comportamento de consumo pode estar relacionado ao estímulo provocado pela passagem do alimento no trato digestivo, o que explica o maior consumo às 10 horas, e preferência por horário de característica climática mais amena, como no horário de 18h às 8h. Nos horários intercalados 10h às 15h e 8h às 10h, os quais aconteceram menor consumo, provavelmente os animais preferiram descansar e ruminar, visitando menos o cocho. É importante notar que no horário 8h às 10h, também com características ambientais mais amenas, houve maior variação quanto ao desvio padrão, possivelmente explicada pela preferência dos animais em se alimentarem ou ficar em ócio neste período.

A variação do montante consumido não foi igual à consistência do volume consumido. Observou-se que o consumo aumentou do horário 1 para o horário 2, caiu do horário 2 para o horário 3 e aumentou do horário 3 para o horário 4 (Figura 1). Esse movimento de acréscimo e decréscimo no montante médio de consumo não seguiu a tendência das variações e desvio padrão, pois, por exemplo, no horário 4 houve maior média de consumo, momento em que o desvio padrão voltou a crescer.

Figura 1 - Consumo médio de matéria natural (kg) e desvio padrão de acordo com o horário* de alimentação de touros da raça Nelore criados em confinamento, Uberlândia, MG, 2014.



*Horário 1: 8h -10h; Horário 2: 10h -15h; Horário 3: 15h – 18h; Horário 4: 18h – 8h.

Notou-se uma maior consistência quanto à frequência de alimentação nos horários 3 e 4 (devido à diminuição do desvio padrão), em relação aos outros horários (Tabela 3).

Tabela 3 - Ciclo diário de consumo médio e inconsistência do consumo médio de matéria natural (kg) de acordo com o horário de alimentação de touros da raça Nelore confinados, Uberlândia, MG, 2014.

Horário**	Consumo Médio	Inconsistência*
1 → 2	Aumenta	Diminui
2 → 3	Diminui	Diminui
3 → 4	Aumenta	Aumenta
4 → 1	Diminui	Aumenta

* Inconsistência baseada nos valores de desvio padrão do consumo médio encontrado.

**Horário 1: 8h -10h; Horário 2: 10h -15h; Horário 3: 15h – 18h; Horário 4: 18h – 8h.

Glaser (2008) ao avaliar o comportamento de bovinos da raça Nelore criados a pasto frente aos horários do dia, com disponibilidade de sombra, verificou que a atividade de pastejo ocorreu de maneira moderada e bem distribuída durante os diferentes horários do dia e em maior frequência ao entardecer (após 16:00h). A maior frequência de ruminação foi entre 9:00h e 15:00h. As ocorrências da atividade de ócio ocorreram de maneira mais intensa antes das 16:00h. Estes resultados corroboram com o presente estudo, uma vez que o horário que apresentou os menores valores médio foi após as 15h, aumentando substancialmente após as 18h. No entanto, algumas divergências encontradas entre a presente pesquisa e o proposto por Glaser, pode ser explicada pelo horário de arraçoamento, uma vez que os bovinos criados a pasto possuem uma maior liberdade em relação aos horários utilizados para alimentação, diferente dos confinados que dependem do manejo da alimentação.

Isso provavelmente ocorre porque os animais possuem sistemas funcionais de controle, que atuam na tentativa de manter o equilíbrio entre a temperatura corporal (ganho e perda de calor) e conduzem a diferentes mudanças de comportamentos, necessárias para entender como cada espécie ou raça responde às condições meteorológicas (PARANHOS DA COSTA; CROMBERG, 1997), explicando as diferenças encontradas na literatura, entre os estudos de Glaser (2008) e o presente estudo por exemplo.

4.3 Influência do ambiente térmico no consumo médio de matéria natural

Ao analisar a influência do ambiente térmico na variável dependente consumo médio, observou-se que pela regressão múltipla por meio do método *stepwise* o modelo que melhor explicou esta predição é o que incluiu as variáveis independentes temperatura do ar, umidade relativa e ITU, conjuntamente, sendo estatisticamente significativa. Apesar de que, os modelos analisados com cada variável independente em separado também demonstraram diferença estatística significativa. Os modelos 1 explica a relação entre ITU e consumo médio em 4,6% já o modelo 2 explica a relação entre umidade relativa do ar e ITU com o consumo médio em 4,9%. Enquanto o modelo 3 com a relação de temperatura do ar, umidade relativa do ar e ITU com o consumo médio explica em 5%. Dessa forma, este último modelo melhor explica os eventos em que as mudanças nas variáveis independentes (umidade, ITU e temperatura) influenciariam a variável dependente (consumo médio) (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo do modelo de regressão múltipla utilizando o método *Stepwise*, para as variáveis ambientais: índice de temperatura e umidade (ITU); umidade + índice de temperatura e umidade (ITU); temperatura + umidade + ITU, em relação ao consumo médio de touros da raça Nelore confinados, Uberlândia, MG, Brasil, 2014.

Modelo	Variáveis	R	R ²	F valor	P
1	ITU	0,148	0,0466	725,29	<0,0001
2	Umidade + ITU	0,150	0,0498	389,4	0,000
3	Temperatura + Umidade +ITU	0,152	0,0504	262,26	<0,0001

Assim sendo, representa-se a seguir o modelo com a análise conjunta:

$$\text{Consumo médio} = 1.624,24 - (-0,03v1) - 1,39v2 - 16,09v3$$

Onde: v1 = temperatura do ar, v2 = umidade relativa e v3 = ITU.

Neste modelo de predição, percebe-se que a variável independente que mais influencia o consumo médio foi o ITU, seguido da umidade e da temperatura do ar. Ou seja, a cada unidade de aumento da variável ITU, ocorre uma redução de 16,09kg do consumo médio, durante todo o confinamento.

Os coeficientes padronizados para Umidade; Umidade e ITU; e Umidade, ITU e Temperatura apresentaram valores negativos, indicando que o aumento das variáveis independentes reduziria os valores da variável dependente (consumo médio), em maior ou menor proporção (Tabela 5). Pode-se notar que alterações no ITU promoveria maior decréscimo nos valores de consumo médio (Figura 2).

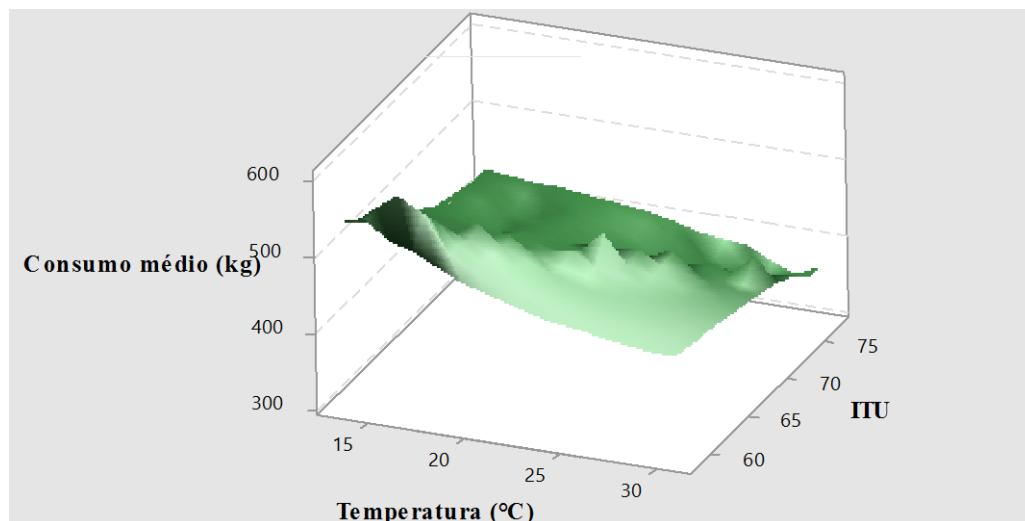
Tabela 5 - Relação entre consumo médio e as variáveis: índice de temperatura e umidade (ITU); umidade + índice de temperatura e umidade (ITU); temperatura+ umidade + ITU, utilizando o método de regressão múltipla *stepwise*, Uberlândia, MG, Brasil, 2014.

Modelo	(Constante)	Coeficientes Padronizados	
	Variáveis	B	P
1	(Consumo Médio)		0,000
	ITU	-12,25	0,000
2	(Consumo Médio)		0,000
	Umidade	-1,387	<0,0001
3	(Consumo Médio)		0,000
	Temperatura	-0,034	0,0039
	Umidade	-1,391	<0,0001
	ITU	-16,09	<0,0001

Dentro da análise utilizada, verificou-se que mesmo com a fraca relação entre as variáveis independentes e a variável dependente a mais adequada dentre elas para explicar a mudança no consumo médio foi o ITU por apresentar o maior coeficiente padronizado.

Diante do exposto, a média do consumo médio varia em relação da temperatura, umidade e ITU, apresentando uma correlação negativa, ou seja, quanto maiores os valores de temperatura, umidade e ITU, menor foi o consumo.

Figura 2. Gráfico 3D para estimativa do consumo médio em relação às variáveis temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e ITU de touros da raça Nelore criados em confinamento, Uberlândia, MG, 2014.



Lima e colaboradores (2010) avaliaram a influência de variáveis climáticas e suplementação sobre o comportamento ingestivo de vacas Nelore, criadas em pastagem nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal. Os autores encontraram correlação negativa entre tempo de pastejo durante o dia com a temperatura ambiente média. Também foram observadas correlações negativas entre o tempo de pastejo e temperaturas máxima e mínima, e o ITU, avaliando-se dois valores de temperatura (média e máxima) em ambiente tropical. Os autores ainda concluíram que a temperatura média, foi o melhor valor encontrado para explicar o tempo de pastejo, já explorada também por outros autores, que encontraram cerca de 40% do tempo de pastejo durante a noite, quando a temperatura está mais amena, e em períodos mais secos (SANTOS et al., 2001). Provavelmente seja devido à resistência e rusticidade da raça Nelore e sua capacidade de adaptação a ambientes com temperatura elevada. A raça Nelore (*Bos indicus*) possui características de adaptação ao ambiente quente da região entre os trópicos, assim como a raça Curraleiro e a raça Junqueira, que suportam o clima quente e a restrição alimentar (BIANCHINI et al., 2006).

4.4 Ganho de massa corporal durante confinamento

Em relação ao ganho de massa corporal dos touros, a média inicial foi de 441,509 kg e ao final de 533,453 kg. Sendo assim, obteve-se média de ganho de massa corporal diário de 1,99 kg por dia de confinamento (Tabela 6).

Tabela 6 – Média da massa corporal e ganho de massa corporal de 53 touros da raça Nelore a cada 14 dias durante 56 dias de confinamento, Uberlândia, MG, 2014.

Intervalo (dias)	Média de massa corporal (kg)*	Ganho de massa corporal a cada 14 dias (Kg)
1	441,51 ± 35,84 e	-
14	472,13 ± 37,12 d	30,62±1,28
28	493,87 ± 38,73 c	21,74±1,61
42	518,83 ± 40,29 b	24,96±1,56
56	533,45 ± 41,49 a	14,62±1,20

*Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Lage (2013) ao avaliar grupos de novilhos nelore em confinamento separados conforme o ganho de massa corporal médio diário em baixo, médio e alto, encontrou diferença, como esperado. Já Schwartzkopf-Genswein e colaboradores (2011) ao analisar 274 touros Charolês destinados à reprodução verificaram que as classes de ganho foram independentes da massa corporal inicial e final. Nesta pesquisa, optou-se por não separar os animais em classes de ganho de massa corporal médio diário, já que os mesmos foram tratados sob as mesmas condições e receberam a mesma dieta, com temperamento semelhante, não sendo necessária tal segregação para análise dos resultados segundo Schwartzkopf-Genswein e colaboradores (2011).

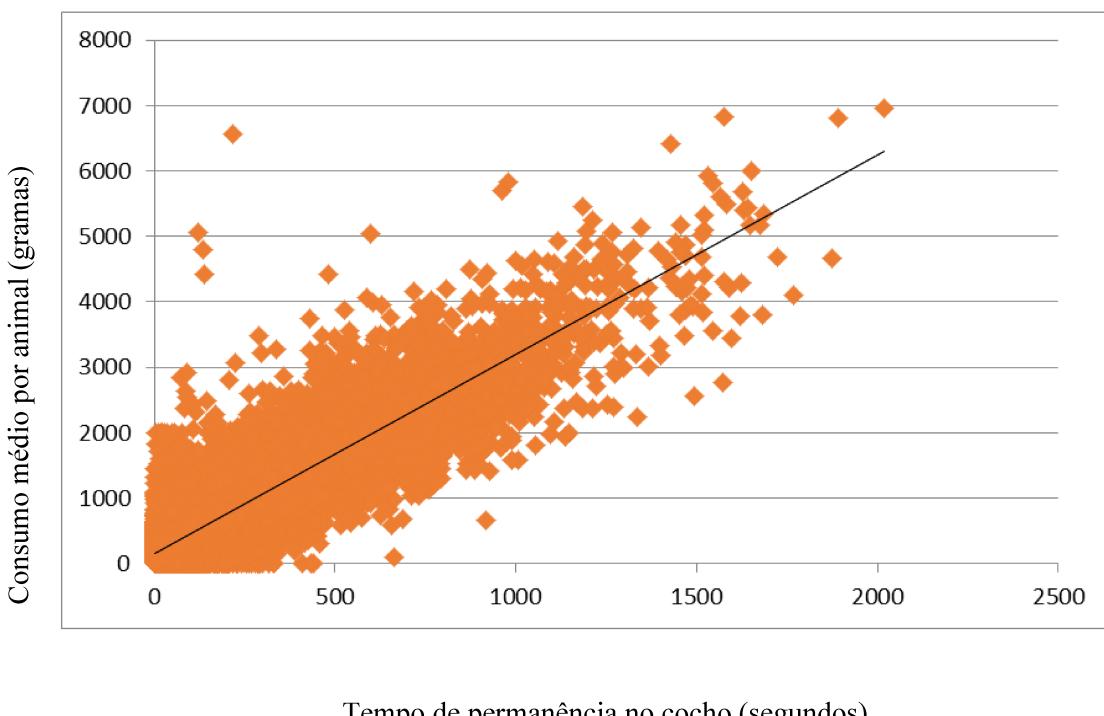
Os resultados obtidos neste estudo diferem dos encontrados por Capelle e colaboradores (2001), que relataram ganho de massa corporal de 0,85 kg/dia para animais Nelore e 1,00 kg/dia para 50% Europeu e 50% Nelore. Euclides-Filho e colaboradores (2003) obtiveram valor de 1,59kg em machos da raça Nelore, inferior ao verificado no presente estudo. Tais diferenças em ganho de massa corporal são comuns na literatura, devido possivelmente a formulação das rações, manejo e características genéticas dentre outros.

Lage (2013) encontrou que novilhas Nelore também apresentaram menor ganho de peso médio diário (1,20kg), em relação ao presente estudo, sendo que este fato pode

ser atribuído principalmente à utilização fêmeas, e na presente pesquisa utilizou-se touros confinados para reprodução. Sabe-se machos apresentam melhor conversão alimentar em relação às fêmeas, além do fato da idade ser determinante nessa situação, quando considerada a mesma dieta para os dois sexos (EUCLIDES-FILHO, 2003).

O tempo de permanência dos touros no cocho apresentou correlação positiva para ganho de massa corporal, sendo que para cada segundo de permanência no cocho, o consumo aumentou em 3,20 gramas. Pode-se observar que o consumo (em gramas) aumentou conforme o tempo (em segundos), seguindo uma equação em que o consumo (y) pode ser calculado em função do tempo (x): $y = 3,0398x + 154,12$ (Figura 3).

Figura 3 – Consumo médio de matéria natural por animal (g), em função do tempo (segundos) para touros da raça Nelore confinados, Uberlândia, MG, 2014.



Lage (2013) verificou que o tempo de permanência no cocho não foi diferente entre animais de baixo, médio ou alto ganho de massa corporal médio diário, conforme havia classificado os animais ($P = 0,1427$), indicando que o ganho médio diário não está relacionado com o tempo de permanência no cocho, portanto, não é uma característica que influencia no ganho de massa corporal. Sendo assim, o ganho médio diário está relacionado com a agilidade em ingerir alimento e não com o tempo gasto no cocho ou quantidade de visitas realizadas num intervalo de 24 horas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Schwartzkopf-Genswein e

colaboradores (2011) ao avaliar novilhos cruzados com Charolês no sistema *GrowSafe*. Não foram encontradas diferenças entre o comportamento alimentar e o ganho de massa corporal médio diário no primeiro ano. Já no segundo ano, os animais classificados como baixo ganho de massa corporal médio diário apresentaram ganho médio 8% menor que animais classificados como alto ganho de massa corporal médio diário.

Correlação positiva entre o tempo de permanência no cocho e o consumo de matéria seca, e ainda correlação negativa entre tempo de permanência no cocho e a conversão alimentar foi observado por Schwartzkopf-Genswein e colaboradores (2002) em novilhos cruzados com Charolês. Sendo assim, os autores concluíram que quanto maior o tempo de permanência no cocho, maior o consumo de matéria seca, maior o ganho médio diário e melhor conversão alimentar, mesmo que tais correlações tenham sido fracas, sugerindo que animais menos eficientes em conversão alimentar, além de se alimentarem mais, passavam maior tempo no cocho se alimentando.

Schwartzkopf-Genswein, Huisma e McAllister (1999) constataram que os animais passavam 84% do tempo que estavam no cocho, se alimentando. E somente 55,8% das vezes que os animais foram ao cocho, se alimentaram de fato. O restante das visitas ao cocho foi associado a atividades não alimentares como coçar, lamber e esfregar.

No presente estudo, embora não tenha sido observado o comportamento dos animais enquanto estes se alimentavam, foi observada uma correlação positiva entre o tempo de permanência no cocho, e o ganho de massa corporal médio (Figura 3), mesmo que os animais tenham permanecido no cocho sem se alimentar, como observado por Schwartzkopf-Genswein, huisma e McAllister (1999). Embora o tempo de permanência no cocho tenha sido diretamente proporcional ao ganho de massa corporal média diária, a correlação é fraca, sugerindo que o tempo de permanência no cocho foi uma variável não significativa para o ganho de massa corporal média diária nesta pesquisa.

Lage (2013) avaliando a característica de comportamento alimentar com o tempo de permanência no cocho, constatou-se que os novilhos da raça nelore, criados em confinamento, mais eficientes permaneceram 17,5% menos tempo no cocho que os menos eficientes. No presente estudo pode-se prever e relacionar a eficiência alimentar deste grupo de touros em relação ao tempo que permaneceram no cocho se alimentando, de acordo com o proposto pelo autor. Indica-se, portanto, que o tempo de permanência no cocho, embora tenha uma correlação positiva com o ganho de massa corporal média de uma forma geral, não é uma medida válida para avaliar a eficiência dos animais avaliados individualmente quanto ao consumo, já que os mais eficientes levam menor tempo para

se alimentar (NKRUMAH et al., 2007; LANCASTER et al., 2009; MONTANHOLI et al., 2010).

Embora sejam criados e utilizados modelos matemáticos que tentem explicar ou prever o comportamento dos animais em determinada situação, estes são dinâmicos e adaptáveis, e a resposta ao estresse envolve funções comportamentais que são modificadas em diferentes situações e em diferentes níveis para minimizar consequências adversas (HAHN, 1999). Os animais fazem escolhas baseadas na avaliação do ambiente e em suas próprias necessidades, e dentro de suas limitações adaptam seu comportamento e metabolismo para apresentar respostas adequadas para que se beneficiem da melhor maneira (BROOM; JOHNSON, 1993).

5 CONCLUSÃO

Nas condições experimentais deste estudo, conclui-se que as variáveis ambientais temperatura e umidade, bem como em conjunto, calculadas no índice de temperatura e umidade (ITU) podem reduzir o consumo de matéria natural de touros da raça Nelore em sistema de confinamento. E que o consumo de matéria natural está intimamente relacionado às horas de maior conforto térmico, observado no final da tarde e durante a noite.

Mesmo assim, mais estudos devem ser realizados a fim de observar a variabilidade de outros fatores meteorológicos frente ao comportamento ingestivo de nelores confinados, ou até mesmo de outras raças e sistemas de resfriamento, para melhor compreensão das diferentes respostas desses animais ao ambiente térmico.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, T. Responses of Zebu, Jersey, and Zebu X Jersey crossbred heifers to rising temperature, with particular reference to sweating. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 13, p. 165–179, 1962.
- ARRUDA, F. A. V.; FIGUEIREDO, E. A. P.; PANT K. P. Variação da temperatura corporal de caprinos e ovinos sem-lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, p. 915-919, 1984.
- BACCARI JUNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação de adaptabilidade às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS – PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1, 1986, Fortaleza. **Anais...** Brasília: Embrapa, 1986.
- BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 874-883, nov./dez.1995.
- BAETA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal.** 2 ed. Viçosa: UFV, 2010.
- BEATTY, D. T. et al. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, p.972–985, 2006.
- BERRY, I. L.; SHANKLIN, M. D.; JOHNSON, H. D. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Bethesda, v. 7, p. 329-331, 1964.
- BIANCHINI, E. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.9, p. 1443-1448, 2006.
- BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: A review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 34, p. 285–295, 1994.
- BLIGH, J.; JOHNSON, K. G. Glossary of terms for thermal physiology. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 35, p.941-961, 1973.
- BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. **Stress and animal welfare.** London: Chapman & Hall, 1993. 211 p.
- BROWN-BRANDL, T. M. et al. Thermoregulatory responses of feeder cattle. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v. 28, p. 149–157, 2003.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions of the A.S.A.E.**, v.24, p.711-714, 1981.

BÜRGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.236-242, 2000.

CAPELLE, E. R. et al. Estimativas do consumo e do ganho de peso de bovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.30, n.6, p.1857-1865, 2001.

CARDOSO, E. G. **Engorda de bovinos em confinamento: aspectos gerais.** EMBRAPA - CNPGC. Campo Grande. 36p. 1996. (Documentos, n.64).

CEZAR, I. M. et al. Sistemas de Produção de Gado de Corte no Brasil: "Uma Descrição com Ênfase no Regime Alimentar e no Abate, **Documentos 151 - EMBRAPA Gado de Corte**, Brasília: EMBRAPA, 2005.

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

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 1, p. 109-116, Jan. 2009.

EUCLIDES-FILHO, K. et al. Desempenho de Diferentes Grupos Genéticos de Bovinos de Corte em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1114-1122, 2003.

FINCH, V. Comparison of non-evaporative heat transfer in different cattle breeds. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 36, p. 497–508, 1985.

FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes.** 1997. 243f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

FRASER, A. F. Ethology of farm animals: A comprehensive study of the behavioural features of the common farm animals. **World Animal Science. A Basic Information**, n.5. Elsevier Science Publishers: Netherlands, 500 p. 1985.

GAUGHAN, J. B. et al. Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2398–2405, 1999.

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

GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.2791-2803, 1995.

GROWSAFE. **About us – GrowSafe Systems®**. Disponível em: <<http://www.growsafe.com/about.php>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

HAHN, G. L. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: YOUSEF, M.K. (ed.). **Stress physiology in livestock**, v. 2., CRC Press:Boca Raton, 1985.

HAHN, G. L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, Supp. 2, p.10-20, 1999.

HARDY, R. N. **Temperatura e vida animal**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1981.

HODGSON, J. Grazing management: science into practice. **England: Longman Handbooks in Agriculture**, 1990. 203p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE, **Estatística de produção Pecuária**, Brasília: IBGE, 2015.

LAGE, B. F. C. **Relações entre comportamento alimentar e temperamento com consumo alimentar residual em novilhos nelore**. Diamantina, 2013. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

LANCASTER, P. A, et al. Characterization of feed efficiency traits and relationships with feeding behavior and ultrasound carcass traits in growing bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, p.1528-1539, 2009.

LCI - Livestock Conservation Inc. **Patterns of transit losses**. Omaha, NE, 1970.

LIMA, R. et al. Influência de variáveis climáticas sobre o comportamento ingestivo de vacas de corte no Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá. **Anais...** Corumbá: SIMPAN, 2010.

MADER, T. L.; DAVIS, M. S.; BROWN-BRANDL, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 3, p. 712-719, Mar. 2006.

MAGNANI, E. et al. Relações entre consumo alimentar residual, comportamento ingestivo e digestibilidade em novilhas Nelore. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.70, n.2, p.187-194, 2013.

MARQUES, J. A. et al. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso a sombra durante o período de verão. **Campo Digital**, Campo Mourão, v.1, n.1, p.54-59, jul./dez. 2006.

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

MARX, T. Minimizing Heat Stress in Beef Cattle. **Agriculture, Food and Rural Development**, Edmoton, 2004. Disponível em:<<http://www.agric.gov.ab.ca/>>. Acesso em 10 maio 2015.

MITLOEHNER, F. M.; LAUBE, R. B. Chronobiological indicators of heat stress in Bos indicus cattle in the tropics. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Faisalabad, v. 2, p. 654–659, 2003.

MIZUBUTI, I. Y. et al. Ingestive behavior of Nellore steers in feedlot fed with diets containing different corn hybrids. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, s.2, p. 4203-4212, 2013.

MONTANHOLI, Y. R. et al. Assessing feed efficiency in beef steers through feeding behavior, infrared thermography and glucocorticoids. **Animal**, v.4, n.5, p.692-701, 2010.

MORAIS, D. A. E. F. et al. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 538-545, 2008.

MORRISON, S. R. Ruminant heat stress: Effect on production and means of alleviation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, p. 1594-1600, 1983.

Muller, P.B., 1989. Bioclimatologia Aplicada aos Animais Domésticos. Ed. Sulina, Porto Alegre, pp. 156-192.

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

NARDONE, A. et al. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, Miles, v. 130, p. 57-69, 2010.

NAVARINI, F. C. et al. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.508-517, 2009.

NKRUMAH, J. D. et al. Genetic and phenotypic relationships of feeding behavior and temperament with performance, feed efficiency, ultrasound, and carcass merit of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 2382-2390, 2007.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Comportamento dos animais de fazenda: Reflexos na produtividade. In: ANAIS DE ETOLOGIA, 5, Florianópolis. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1987.

PARANHOS DA COSTA M. J. R. **Termorregulação e comportamentos alimentar e postural em ovinos: diferenças individuais e variações estacionais.** 1995. 138f. Tese (Doutor em Psicobiologia), Universidade de São Paulo, USP, Ribeirão Preto, SP, 1995. PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; CROMBERG, V. U. Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistemas de pastejo rotacionado. In: Peixoto, A. M.; Moura, J.C. e Faria, V.P. (ed.). **Fundamentos do pastejo rotacionado.** FEALQ: Piracicaba, 1997, p. 273-296.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; ZUIN, L. F. S.; PIOVESAN, U. Avaliação preliminar do manejo pré-abate de bovinos do programa de qualidade de carne bovina do Fundepec. **Relatório técnico**, 21pp. 1998.

PINTO, A. P et al. Comportamento e eficiência ingestiva de tourinhos mestiços confinados com três dietas diferentes. **Revista Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v.59, n.227, p.427-434, 2010.

RIPAMONTE, P. **Estimativa da participação do genoma de *Bos taurus* no rebanho Nelore.** Pirassununga, 2002. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2002.

RODRIGUES, E. H. V. Homeotermia. In: _____. **Conforto Ambiental I IT 469 (2-2)**: conforto térmico. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2002. Cap. 3, p. 23-33. Disponível em:
<http://www.ufrj.br/institutos/it/dau/profs/edmundo/Cap%EDtulo3-Homeotermia.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2014.

SAINZ, R. D. et al. Growth patterns of Nellore vs. British beef cattle breeds assessed using a dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. In: KEBREAB, E.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; GERRITS, W.J.J.; FRANCE, J. (Eds.) **Nutrient digestion and utilization in farm animals: modeling approaches**. Cabi Publishing, 480p., 2006.

SANTIAGO, A. A. **Gado Nelore: 100 anos de seleção**. São Paulo: Editora dos Criadores, 1987.

SANTOS, G. P. **Eficiência alimentar, parâmetros sanguíneos e comportamento ingestivo de machos e fêmeas da raça Nelore.** 2014. 68f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável). Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Nova Odessa, SP, 2014.

SANTOS, S. A.; SMITH, D. G.; COSTA, C. Avaliação do padrão circadiano das atividades de alimentação e ruminação de bovinos no Pantanal pelo uso do aparelho registrador eletrônico portátil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** FEALQ: USP, 2001.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S., HUISMA, C., McALLISTER, T. A. Validation of a radio frequency identification system for monitoring the feeding patterns of feedlot cattle. **Livestock Production Science**, Miles, v. 60, p. 27-31, 1999.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S., ATWOOD, S., McALLISTER, T.A. Relationships between bunk attendance, intake and performance of steers and heifers on varying feeding regimes, **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 76, p. 179-188, 2002.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Relationship between feeding behavior and performance of feedlot steers fed barley-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.89, p. 1180-1192, 2011.

SILVA, I. J. O. Ambiência na produção de animais em clima quente: In: SIMPÓSIO BRASILEIRO NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998.

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

THOM, E. C. Cooling degree: days air conditioning, heating and ventilating. **Transactions Americ. Soc. Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engrs.**, New York, v. 55, p. 65-72, 1958.

THOMAS, C. K.; PEARSON, R. A. Effects of ambient-temperature and head cooling on energy-expenditure, food-intake and heat tolerance of Brahman and Brahman x Friesian cattle working on treadmills. **Animal Production**, Bletchley, v. 43, 83–90, 1986.

TONELLO, C. L. et al. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de novilhos nelore em diferentes condições de pastejo. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.3, p.282-289, 2012.

VALVERDE, C. C. **250 maneiras de preparar rações balanceadas para gado de corte.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 254 p.

WEST, J. W. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n.6, p.2131-44, jun. 2003.