

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**GANHO DE PESO E RENDIMENTO DE CARÇAÇA
DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS COM
ACESSO A SOMBRA**

ANTÔNIO CARLOS RODRIGUES LOPES

Médico Veterinário

UBERLÂNDIA - MINAS GERAIS - BRASIL

Novembro de 2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

GANHO DE PESO E RENDIMENTO DE CARÇAÇA
DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS COM
ACESSO A SOMBRA

ANTÔNIO CARLOS RODRIGUES LOPES

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mara Regina Bueno de Mattos
Nascimento

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL

Novembro de 2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L864g Lopes, Antônio Carlos Rodrigues, 1955-
Ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos de corte confinados com acesso a sombra [manuscrito] / Antônio Carlos Rodrigues Lopes. - 2010.

46 f. : \b il.

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

Inclui bibliografia.

1. Bovino de corte - Criação - Teses. 2. Confinamento (Animais) - Teses. 3. Nelore (Zebu) - Teses. I. Nascimento, Mara Regina Bueno de Mattos. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 636.2.033

Dedicatória

A todos os “mestres” abnegados irradiadores de conhecimentos e formadores de cidadãos conscientes.

AGRADECIMENTOS

A Deus por nos conceder a evolução gênica e a capacidade para apreensão de conhecimentos o que possibilita realizarmos estudos e compreendermos sua criação; tornando-nos co-criadores para o bem-estar comum, “na maioria das vezes”.

À professora e orientadora Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento pelo auxílio e paciência.

Aos professores e funcionários da FAMEV em especial os da pós-graduação.

A FAPEMIG pela concessão de bolsa de estudo.

Agradeço aos colegas de curso pela troca de experiência que nos fez crescer.

Aos proprietários da fazenda Babilônia, na pessoa do Sr. Luiz Humberto de Castro Marquez, e funcionários, sem os quais não seria possível realizar este experimento.

Por fim aos meus familiares em especial esposa e filhos por acreditarem em nossa capacidade.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	05
1 - Pecuária Bovina Brasileira.....	05.
.2 - O conceito de ambiência e de estresse.....	.05
3 - Conceito de zona de conforto térmico (ZCT).....	06
4 - Especificação do ambiente.....	08
5 - Sombra.....	10.
6 - Índices do ambiente térmico.....	13
REFERÊNCIAS.....	.16

CAPÍTULO 2

Desempenho de bovinos confinados com acesso a sombra

RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	23.
1 - INTRODUÇÃO.....	24
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4 - CONCLUSÃO.....	41.
REFERÊNCIAS.....	41.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 - Pecuária Bovina Brasileira

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, com 169.760.000 cabeças. Apenas a Índia (281.900.000) supera o Brasil, mas por questões religiosas a maior parte deste rebanho não é comercial. Em seguida encontra-se a China (138.871.000), os EUA (96.500.000), a Argentina (51.160.000) e a Austrália (29.900.000). Do total de cabeças do rebanho bovino brasileiro, 132.342.000 são destinadas à pecuária de corte e a projeção do número de bovinos a serem abatidos em 2008 de 38.882.879, sendo 2.757.000 oriundas de confinamento (ANUALPEC, 2008).

As raças zebuínas têm participação importante na composição e na produção do rebanho nacional (PEREIRA, 2000). De acordo com Ribeiro et al. (2008), a raça Nelore é a mais criada no Brasil, em virtude de suas boas características de adaptação ao ambiente. Este fato pode também ser explicado pelas diferenças quanto à eficiência nos mecanismos de perda de calor do que de baixas taxas metabólicas (PEREIRA, 2005).

2 - O conceito de ambiência e de estresse

O ambiente de criação é tudo o que envolve o animal, seu espaço (físico e social) além de tudo o que está inserido nele, inclusive os seres humanos, onipresentes no ambiente de criação dos bovinos domésticos. Esta situação é bem definida pelo conceito de ambiência que, de forma bem ampla, seria “o espaço constituído por um meio físico e, ao mesmo tempo, por um meio psicológico, preparado para o exercício das atividades do animal que nele vive” (PARANHOS DA COSTA, 2000).

No dia-a-dia da fazenda os bovinos invariavelmente enfrentam situações que causam desconforto, calor ou frio, radiação solar, moscas e predadores. Tais condições podem, em conjunto ou isoladamente, levar os animais ao estresse (PARANHOS DA COSTA, 2000).

Selye (1976) definiu estresse como sendo o estado do organismo que, após a atuação de agentes de quaisquer naturezas, responde com uma série de reações não específicas de adaptação. Já Bearden e Fuquay (1980) definiram estresse como sendo um termo que se aplica a qualquer mudança ambiental suficientemente severa para introduzir respostas que afetam a fisiologia, o comportamento e a produção animal. Para Silva (2008) muitos pesquisadores têm uma compreensão inadequada do conceito de estresse. Este autor afirma que o estresse pode ser descrito sem referência à tensão que produz, sendo considerado como um componente puramente ambiental. Portanto, a ação dos fatores ambientais sobre os organismos, por exemplo, o estresse térmico, deve ser definido apenas em termos de ambiente, e a tensão orgânica é uma consequência do estresse e das características fisiológicas de cada organismo. Ocorrendo o estresse pelo calor a taxa de ganho de calor de um animal excede a de perda, fazendo com que o mesmo saia de sua zona de conforto térmico e apresente um quadro de hipertermia (DHIMAN; ZAMAN, 2001). Assim, em condições de estresse, são necessários ajustes no comportamento e/ou fisiologia do animal, com a finalidade de fazer frente aos aspectos anti-homeostáticos do ambiente (PIRES, 1997).

3 - Conceito de zona de conforto térmico (ZCT)

Os mecanismos bioquímicos e fisiológicos são dependentes da temperatura, e todos os processos fisiológicos são interdependentes, e obedecem a uma determinada hierarquia funcional. Neste sentido, as respostas fisiológicas sempre atendem aos aspectos vitais do organismo animal. Várias funções fisiológicas são acopladas a temperatura adequada ao animal, ou seja, a temperatura termoneutra. Como exemplo, pode-se citar o metabolismo aeróbico, frequência cardíaca e frequência respiratória, processos digestivos e outras (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

Os bovinos são animais homeotérmicos e mantêm sua temperatura corporal profunda pelo equilíbrio entre o calor produzido pelo metabolismo e o recebido do ambiente, com o fluxo de calor dissipado para o meio. O calor interno dos animais advém do metabolismo de alimentos orgânicos como

carboidratos, lipídeos e proteínas, fermentação do rúmen, atividade muscular e também da radiação solar e do calor do meio ambiente (PEREIRA, 2005).

As trocas de calor animal e ambiente são realizadas por meio de mecanismos físicos, conhecidos como sensível e latente. Os mecanismos sensíveis são: radiação, condução e convecção e o latente é a evaporação. Radiação é o processo no qual a superfície de todos os objetos emite calor na forma de ondas eletromagnéticas.

Condução é o ganho ou perda da energia térmica durante a colisão entre moléculas adjacentes. Neste processo o calor é conduzido de molécula para molécula, e o animal perde ou ganha calor pelo contato direto com substâncias frias ou quentes, incluindo o ar, a água e materiais sólidos (SILVA, 2000).

A convecção é a troca de calor por aquecimento do ar que está em contato com o corpo, tornando-o menos denso, este então entra em movimento de ascensão e em seu lugar entra o ar mais denso, mais frio. Esta é dependente da temperatura de superfície corporal, forma e tamanho do corpo, da temperatura e velocidade do ar em contato com o corpo. A ventilação favorece as perdas de calor convectivas entre o animal e o ambiente (SILVA, 2000).

Evaporação é a troca de calor pela mudança do estado da água de líquido para gasoso. Esse mecanismo é realizado pelo trato respiratório, onde os bovinos, para entrarem na zona de conforto, dissipam o excesso da temperatura do corpo para o meio. 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 (SILVA, 2000).

A zona de conforto térmico (ZCT) ou de termoneutralidade corresponde aos limites de temperatura em que o animal não necessita mobilizar os recursos termorreguladores para se ajustar às condições ambientes. É uma zona térmica que permite ao animal expressar sua capacidade produtiva sem lançar mão de qualquer resposta fisiológica. Na ZCT, o animal não sofre estresse pelo frio nem pelo calor. Corresponde a faixa de temperatura ótima para a produção animal. Bligh e Johnson (1973) definem ZCT como a amplitude de temperatura ambiente dentro da qual os animais apresentam metabolismo mínimo, sem demonstrar quaisquer sintomas de desconforto

térmico. Assim, a ZCT é limitada em ambos extremos pela temperatura crítica inferior (TCI) e pela temperatura crítica superior (TCS), respectivamente.

Macari, Furlan e Gonzáles (2002) definem ZCT como sendo aquela faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima, e a homeotermia é mantida com menos gasto energético. Assim, na ZCT (ou termoneutra), a fração de energia metabolizável utilizada para a termogênese é mínima e a energia líquida de produção é máxima.

Quando a temperatura ambiente está abaixo da TCI, o organismo entra em condição de estresse pelo frio. Quando a temperatura permanece acima da TCS, o organismo entra em estresse pelo calor. Entre esses limites o organismo está na condição de conforto térmico (MACARI, FURLAN e GONZALES, 2002).

A temperatura na zona de conforto térmico para gado indiano adulto varia de 10 a 27°C, sendo a temperatura crítica inferior 0 °C e a superior 35 °C (FERREIRA, 2005). As regiões tropicais têm problemas a serem estudados e superados com pesquisa que propiciem soluções adequadas para perfeita interação animal-ambiente buscando a maior produtividade (PEIXOTO, MOURA; FARIA 1999).

É evidente que a ZCT depende de uma série de variáveis e, dentre elas, pode-se citar algumas que são intrínsecas ao animal: isolamento interno, isolamento externo, mecanismos autonômicos de vasomotricidade, peso, estado fisiológico, tamanho do grupo, genética e outros. Fatores extrínsecos também podem alterar as características da zona termoneutra: por exemplo, energia da dieta, ventilação do ambiente, umidade do ar, radiação solar, características físicas das instalações (SILVA, 2008).

4 - Especificação do ambiente

De um modo geral, a temperatura do ar tem sido considerada como a principal variável no que se refere à avaliação térmica de um ambiente. Entretanto, a radiação solar e os altos níveis de umidade atmosférica interferem com os efeitos da temperatura, quase sempre de forma nociva para os organismos presentes no ambiente. A ação do vento reduz os efeitos adversos da alta temperatura, ao passo que a radiação térmica emitida pelas

superfícies vizinhas aquecidas os amplifica, especialmente nas regiões tropicais (SILVA, 2008).

O clima na região do cerrado brasileiro, segundo Coutinho (1978), é classificado como tropical sazonal, sendo caracterizado por verões com alta temperatura e umidade entre outubro e março e inverno seco de abril a setembro. As temperaturas médias anuais variam entre 22-23 °C podendo chegar a mais de 40 °C e de maio a agosto podem ocorrer temperaturas abaixo de 10°C, no período noturno. A precipitação pluviométrica fica entre 1200-1800mm e concentra-se nos meses de verão. Na época do inverno é reduzida chegando à zero em alguns meses. Ventos fortes e constantes não são característicos da região. O ar é mais parado. Em agosto podem ocorrer algumas ventanias. A radiação solar é bastante intensa e só se reduz pelo aumento da nebulosidade no verão.

Muitos estudos foram e estão sendo realizados, buscando soluções para os problemas com a adversidade climática na criação de animais em confinamento. Davis et al. (2003) e Brown-Brandl et al. (2005) afirmam que o desempenho, saúde e bem-estar de bovinos são muito afetados pelo clima, devendo ser considerado o uso de sombra e aspersão. Mudanças implementadas, em instalações visando à melhoria do conforto animal em uma estação, não devem prejudicar medidas a serem adotadas em outra (MADER, 1997). Quase todo ano ondas de calor e períodos de invernos rigorosos nos EUA causam significantes perdas em muitas regiões. Ondas de calor em 1995/1999 (BUSH; LOY, 1996; HAHN; MADER, 1999; MADER et al., 2001), causaram perdas econômicas, por estado, acima de US\$20 milhões em Iowa e Nebraska nos EUA. Verões com temperatura ambiente, umidade e radiação solar acima do normal, aliado à baixa velocidade do vento (MADER, GAUGHAN. YOUNG, 1999) podem aumentar a carga de calor resultando em redução de desempenho, conforto animal diminuído e até morte.

Preocupados, com estas perdas, trabalhos de pesquisas buscam definir o conforto térmico ideal e as estratégias de manejo para conseguir a produtividade desejada em confinamento bovino. Mader e Davis (2004) informam que alterar o tempo de alimentação, a quantidade de alimentos e usar aspersores de água nas instalações ou sobre os animais são práticas aconselháveis em períodos de ondas de calor. Este procedimento diminui o

calor metabólico por um lado e melhora a dissipação de calor por outro. A alimentação à tarde leva o animal a demorar na dissipação de calor corporal, diminuindo a eficiência de perda. Mudanças no tempo e horário de arraçoamento beneficiariam o animal, porém este efeito não é observado no ganho de peso.

Holt, Gaughan e Mader (2004) constataram que o manejo alimentar, limitando a ingestão nas horas mais quentes diminui os efeitos adversos do calor. O uso de aspersores e ventiladores em confinamento levaram a substancial aumento em ganho de peso para novilhas, conforme Garner et al. (1989), o mesmo não aconteceu para novilhos.

Além dos problemas de desempenho outro inconveniente do estresse é a perda de qualidade da carne, que segundo Kuzmanovic (2003), fica propensa a DFD (Dark, Firm and Dry). Robinson et al. (2001) ao testarem a qualidade de carne de bovinos indianos e europeus em pastoreio e em confinamento não observaram diferença de qualidade.

5 - Sombra

A quantidade de radiação solar que chega à superfície terrestre depende muito da latitude, isto é, da posição geográfica do local. O máximo de radiação é recebido na linha do equador, na maior parte do ano. Existe pouca diferença na intensidade de radiação solar ao longo do ano em uma região equatorial, onde é mais elevada por ocasião dos equinócios de primavera (22 de setembro) e de outono (21 de março) (SILVA, 2006).

Broom (1991) e Silanikove (2000) atentam para o fato que a redução na ingestão de alimento, a diminuição na atividade de pastejo e a procura por sombra são respostas imediatas ao estresse pelo calor, pois pastejando menos há diminuição tanto na ingestão de alimento (reduz o ganho de calor pela digestão) quanto na atividade muscular envolvendo o pastejo, que também produz calor. Bennet, Finch e Holmes (1985) afirmam que sombras são reconhecidamente benéficas e recomendadas em climas quentes, pois abrigar-se à sombra é um caminho para os animais perderem calor e regularem sua temperatura corporal, embora ele possa se tornar improdutivo se a busca por sombra reduzir acentuadamente o tempo de pastejo.

A função da sombra é proteger os animais da exposição aos pontos de maior temperatura radiante do ambiente e ao mesmo tempo favorecer sua exposição aos pontos que apresentam temperatura mais baixa que a da superfície corporal dos animais. Dessa forma, esses tendem a perder e não a ganhar energia térmica por radiação (SILVA, 2006).

Segundo Paranhos Da Costa (2001), a intensidade com que os animais procuram a sombra é definida pela frequência com que o fazem e pelo tempo de permanência no local sombreado. A busca pela sombra é controlada por diversos fatores, destacando-se as condições climáticas (STAFFORD-SMITH, NOBLE, JONES, 1985; PARANHOS DA COSTA, 1995); os fatores sociais, envolvendo hierarquia e territorialismo (SHERWIN; JOHNSON, 1987; POSSA, 1989); as diferenças entre raças (POSSA, 1989); e as diferenças entre indivíduos dentro de raças (SHERWIN; JOHNSON, 1987 e 1989; PARANHOS DA COSTA, 1995).

É sabido de há muito que a presença de sombras no campo é importante para o conforto dos animais, principalmente em regiões quentes e com alta incidência de radiação solar, nas quais os bovinos da maioria das raças tendem a sofrer estresse térmico, reduzindo o seu desempenho econômico (SILVA, 2006).

McDaniel e Roark (1956) verificaram que, durante o verão na Louisiana, o uso de sombra nas pastagens levava ao aumento na taxa de ganho de peso de animais Hereford e Angus. Em experimento realizado por McIlvain e Shoop (1970), novilhos de sobreano da raça Hereford com acesso à sombra (2,8 m² por animal) ganharam 8,6 kg a mais do que aqueles sem acesso à sombra.

As raças melhor adaptadas geralmente apresentam respostas adequadas ao enfrentarem situações de estresse, mas para tanto os animais dependem de certos recursos que devem estar disponíveis. Por exemplo, os bovinos podem mudar seu padrão de pastejo diurno para noturno para reduzir o estresse pelo calor. Podem também, buscar a forragem em áreas sombreadas ou com maior ventilação. Tudo isto pode ocorrer sem que haja efeitos negativos do clima sobre eles. Entretanto é importante saber se tais ajustes no comportamento estão ocorrendo e sob quais condições, pois em determinadas situações (ausência de sombra, por exemplo) as necessidades para redução do estresse podem ser maiores do que as necessidades

nutricionais, levando os animais à redução na ingestão de alimentos (ARNOLD; DUDZINSKI, 1978), com conseqüências previsíveis no seu desempenho produtivo.

Sob estresse por calor intenso, bovinos de raças zebuínas e suas cruzas possuem melhor capacidade termorreguladora que os de raças taurinas. Isto ocorre devido às diferenças na taxa metabólica, no consumo de água e alimento, na taxa de sudação e nas características do pelame e pele (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994).

Bovinos *Bos taurus* iniciam a busca por sombra quando a temperatura excede 20°C, embora bovinos similares adaptados ao ambiente quente não busquem a sombra até que a temperatura do ambiente atinja 28°C. Parece que as sombras naturais, tais como árvores, são as preferidas, entretanto se apenas as estruturas de sombra artificiais estão disponíveis, eles escolherão a estrutura que fornecerá melhor proteção contra a radiação solar (MLA, 2002).

De acordo com Bucklin et al. (1991), a melhor sombra é a proporcionada pelas árvores, pois promovem o bloqueio da radiação solar e a circulação desejável do ar, devido à evaporação oriunda das folhas. Entretanto, quando o sombreamento natural não está disponível, o artificial, seja móvel ou permanente, proporciona uma melhora considerável nas condições térmicas ambientais (BUCKLIN; BRAY, 1998).

O uso de sombreamento em confinamento pode ser uma estratégia para diminuir o estresse pelo calor e, em conseqüência, os efeitos negativos do calor no desempenho animal, segundo Mitlohner et al. (2001), já a nebulização é em grande parte ineficaz. Em trabalho realizado com novilhas fornecendo 2,12m²/animal de sombra, os autores observaram que os animais melhoraram o ganho de peso, qualidade de carcaça, índice respiratório e comportamento, mas recomendavam estudo de campo sob condições comerciais para melhor avaliação. Outros métodos para diminuir a carga de calor incluem o uso simultâneo ou não de sombra, ventiladores, nebulizadores ou aspersores. O uso de aspersores pode reduzir a temperatura timpânica em animais confinados. A mudança da alimentação da tarde para manhã, quando a ingestão à tarde é prejudicada pelo calor, é medida benéfica ao conforto animal (DAVIS et al., 2003). O uso da água alivia o calor e diminui a poeira nos confinamentos conforme Morrow, Mitlohner e Johnson (2005). Controlar a

alimentação, do início até o meio do período de verão, é uma estratégia interessante e suficiente para cobrir a maioria das ondas de calor (MADER et al. 2002).

Marques et al. (2007) avaliaram o ganho de peso de 20 bovinos machos não castrados mestiços ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Charolês), mantidos em confinamento em piquetes com e sem acesso à sombra de janeiro a fevereiro. Os autores não verificaram diferenças para ganho de peso (1,21 kg/dia) e citaram que este resultado pode estar ligado a outros fatores limitantes do desempenho, como a alta precipitação pluviométrica ocorrida durante o período experimental. A precipitação de 294 mm e 245 mm, nos meses de janeiro e fevereiro, respectivamente, superou em 30% a média dos últimos 15 anos, para os referidos meses, o que pode ser mais prejudicial do que a radiação solar direta.

Bennett, Finch e Holmes (1985) verificaram que bovinos Brahman despenderam menor tempo à sombra (1,64 h/dia) em relação aos cruzados Brahman x Hereford-Shorthorn (2,25 h/dia) e aos puros Shorthorn (3,58 h/dia), indicando tolerância individual de cada raça à radiação solar.

6 - Índices do ambiente térmico

O conforto animal, em grande parte, está relacionado com o ambiente térmico onde são criados. Variações bruscas ou que alterem por um período maior o micro clima onde estão sendo produzidos foram responsáveis por perdas significativas tanto em produção quanto de vida de muitos animais, conforme Oliver et al.(1979); Blackshaw e Blackshaw(1994); Hahn e Mader(1999) e Hungerford et al. (2000).

Uma das formas de evitar ou minimizar estas perdas é buscar prever as condições de tempo que levam ao desconforto e em consequência a prejuízos. As corretas previsões propiciariam ao criador tomar decisões capazes de minorar ou mesmo evitar as perdas (GAUGHAN et al. 2008). Com este intuito tem-se buscado criar e ou modificar índices de ambiente térmico capazes de prever, com segurança, alterações temporais que coloquem em risco o conforto e o bem-estar animal.

Um dos índices térmicos mais conhecidos é o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), originalmente desenvolvido por Thom (1959) para humanos.

Este tem sido adaptado e modificado sendo muito utilizado para determinação do ambiente térmico para toda espécie animal. Mader, Davis e Brown-Brandl (2006) observaram que o ITU é interessante na determinação do estresse pelo calor, mas para avaliar o desconforto animal os pesquisadores sugerem ajustar o ITU à velocidade do vento (V) e a carga térmica radiante (CTR). Várias equações de ITU foram testadas por Bhomanova et al. (2006). Os pesquisadores concluíram que o ITU deve ser escolhido conforme o ambiente estudado. Em localidades onde a umidade relativa é alta, deve-se usar o ITU com maior peso nesta variável. Como o proposto por (BIANCA,1962) $ITU = (0,35 \times Tbs + 0,65 \times Tbu) \times 1,8 + 32$. Por outro lado, em ambientes com umidade baixa, privilegia-se o ITU com peso maior na temperatura do ar. Como o de Thom (1959) $ITU = [0,4 \times (Tbs - Tbu)] \times 1,8 + 32 + 15$.

O Índice de Temperatura e Globo Úmido (ITGU), segundo Silva(2008), foi desenvolvido por Yaglou & Minard (1957) a partir do índice criado por Houghten & Yaglou (1923). Para sua determinação são requeridas a temperatura do Globo negro (Tgn), temperatura do ar (Ta) e a temperatura do bulbo úmido tomada em um psicrômetro não ventilado e exposto à radiação solar direta. Sua equação neste caso é $ITGU = 0,7 \times Tbu + 0,2 \times Tgn + 0,1 \times Ta$. Quando não dispomos da Tbu obtida da forma anteriormente descrita usamos o Tbu usual e adotamos a seguinte equação: $ITGU = 0,7 \times Tbu + 0,3 \times Tgn$ (SILVA, 2008).

Baêta et al. (1987) desenvolveram um ótimo índice para clima tropical que denominaram de Índice de Temperatura Equivalente (ITE) e consideraram para sua criação a umidade relativa e a velocidade do vento. A equação que o representa é a seguinte:

$$ITE = 27,88 - 0,456 Ta + 0,107547 - 0,4905 U + 0,00088 U^2 + 1,1507 V - 0,126447 V^2 + 0,0198767 Ta U - 0,046313 Ta V$$

onde Ta - temperatura do ar em °C; U - umidade relativa em % e V - velocidade do vento em m/s.

Moran et al. (2001) propuseram o Índice de Estresse Ambiental (IEA) que relaciona temperatura do ar, umidade e irradiação solar, determinado pela equação:

$$IEA = 0,63 \times Ta - 0,03 \times U + 0,0025 \times RS + 0,0054 (Ta \times U) - 0,073 (0,1 + RS)^{-1}$$

onde RS - radiação solar

O Índice de Carga de Calor ou Carga Térmica (ICT), proposto por Gaughan et al. (2002), considera a taxa de radiação pelo uso da temperatura do globo negro, a umidade relativa e velocidade do vento. Sua equação é:

$$ICT = 33,2 + 0,2 U + 1,2 T_{gn} - (0,82 U)^{0,1} - \log (0,4 U^2 - 0,0001)$$

$$\text{onde: } T_{gn} = 1,33T_a - 2,65\sqrt{T_a} + 3,21 \log (RS + 1) + 3,5$$

T_{gn} - Temperatura do globo negro e RS- irradiação solar.

Posteriormente, Gaughan et al. (2008) revisaram o ICT e estabeleceram um novo índice, adotando duas equações baseadas no limiar de ofegação em gado Angus sem sombreamento para temperatura de globo negro, resultando em uma fórmula para $T_g > 25^\circ\text{C}$ e outra para $T_g < 25^\circ\text{C}$, como se segue:

$$ICT (T_g > 25^\circ\text{C}) = 8,62 + (0,38 \times U) + (1,55 \times T_{gn}) - (0,5 \times V) + [e^{2,4-V}]$$

$$ICT (T_g < 25^\circ\text{C}) = 10,66 + (0,28 \times U) + (1,3 \times T_{gn}) - V$$

onde: e - base do logaritmo natural = 2,71828.

O uso destas equações para outros genótipos, cor de pêlo, estado de saúde do animal, alimentação e manejo (sombra, esterco, e temperatura da água de bebida) depende de ajustes em mais ou menos do ICT crítico para a referência Angus que é de 86. Assim se este gado confinado for 100% *Bos Indicus* soma-se 10 ao ICT crítico superior que passa a ser de 96. Se os currais tiverem sombra, entre 2 e 3 m² por animal, soma-se mais 5 passando para 101 o limite superior e assim sucessivamente aumentando ou diminuindo o limite crítico.

Nas regiões tropicais do planeta não existem os problemas de limitação que dão aos países de clima temperado poucas opções no manejo da criação. As regiões tropicais têm problemas a serem estudados e superados com pesquisa que propiciem soluções adequadas para perfeita interação animal-ambiente buscando a produtividade (FARIA, 1999).

REFERÊNCIAS

- ANUALPEC 2008. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 380p.
- ARNOLD, G.W.; DUDZINSKI, L. **Ethology of free ranging domestic animals**. Amsterdam: Elsevier, 196 p. 1978.
- BAÊTA, F. C. ; SHANKLIN, M. D. ; JONHSON, H. D. ; MEADOR, N. F. . Equivalent Temperature Index At Temperature Above The Thermoneutral For Lactating Dairy Cows.. **AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS** - 80 - 4015, p. 1-21, 1987.
- BEARDEN, H.J.; FUQUAY, J. **Applied animal reproduction**. Reston: Reston Publishing, 1980. 337p.
- BENNETT, I. L.; FINCH, V. A.; HOLMES, C. R. Time spend in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 13, p. 227-236, 1985.
- BIANCA, W. . Relative importance of dry- and wet-bulb temperatures in causing heat stress in cattle. **Nature n.** 195, p.:251–252, 1962.
- 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.
- BOHMANOVA, J, MISZTAL, I., COLE, J. B. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. **Journal of Dairy Science**. v. 90, n.4, p. 1947-1956, 2007.
- BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 4167-4175, 1991.
- BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; HAHN, G. L.; NIENABER, J. A.; MADER, T. L.; SPIERS, D. E.; PARKHURST, A. M. Analyses of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heat waves. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 49, n. 5, p. 285-296. 2005.

BUCKLIN, R. A.; BRAY, E. R. The american experience in dairy management in warm and hot climates. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 156-174, 1998.

BUCKLIN, R. A.; TURNER, L. W.; BEEDE, D. K.; BRAY, D. R.; HEMKEN, R. W. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.7, n.2, p.241-7, 1991.

BUSBY, D.; LOY, D. **Heat stress in feedlot cattle : Producer survey results.** Iowa State University Beef **Res.**, p. 108-110. 1996.

COUTINHO, L. M. **Aspectos do cerrado.** 1978. Disponível em: Clima.eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_clima.htm - 11k. Acesso em agosto de 2008.

DAVIS, M. S.; MADER, T. L.; HOLT, S. M.; PARKHUST, A. M. Strategies to reduce feedlot cattle heat stress: Effects on tympanic temperature. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 649-661. 2003.

DHIMAN, T. R.; ZAMAN, M. S. Desafios dos sistemas de produção de leite em confinamento em condições de clima quente. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.p. 05-20.

FARIA, V. P. de, Produção de Bovinos nos Trópicos. In: FARIA, V. P. de; MOURA, J. C. de; PEIXOTO, A. M.. **Bovinocultura de corte: fundamentos da exploração racional.** ed. 3, Piracicaba. FEALQ. 1999. p.23-41.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.** Viçosa: Aprenda Fácil, p. 80-95; 248-262. 2005.

GARNER, J. C.; BUCKLIN, R. A.; KUNKLE, W. E.; NORDSTEDT, R. A. Sprinkled water and fans to reduce heat stress of beef cattle. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 5, n. 1, p. 99-101.1989.

GAUGHAN, J. B., S. M. HOLT, G. L. HAHN, T. L. MADER, AND R. EIGENBERG. Respiration rate—Is it a good measure of heat stress in cattle? Asian-Australas. **Journal of Animal Science**, v.13, p.329-332. 2000.

GAUGHAN, J. B., MADER, T. L.; HOLT, S. M.; LISLE, A.. A new heat load index for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, p.226-234. 2008

HAHN, G. L.; MADER, T. L. Heat waves and their relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. **Proc. 5th International Livestock Environmental Symposium**, p. 563-567. 1999.

HOLT, S. M.; GAUGHAN, J. B.; MADER, T. L. Feeding strategies for grain-fed cattle in a hot environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 55, n. 7, p. 719-725. 2004.

HOUGHTEN, F.C.; YAGLOU, C.P. Determining lines of equal comfort. **ASHVE Transaction**, St. Joseph, v.29, n.4, p.163-176, 1923.

HUNGERFORD, L.L.; BHUMAN, M.J.; DEWELL, R.D.; MADER, T.L.; GRIFFIN, D.; SMITH, D. R.; NIENNABER, J.A. Investigation of heat stress mortality in four midwest feedlots. In: **Proceedings of International Symposium on Veterinary, Epidemiology and Economics**. Breckenridge, Colorado, USA. 2000.

KUZMANOVIC, Z. Dark, firm, dry meat – DFD- major problem in the production and processing of beef. **Meso**, v.5, n.44, p. 41-46 Zadružna Stampa. 2003.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Termorregulação. In: _____. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 69-91.

MADER, T. L.; DAVIS, M. S. Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot cattle; feed and water intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 10, p. 3077-3087. 2004.

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

MADER, T. L.; GAUGHAN, J. B.; YOUNG, B. A. Feedlot diet roughage level for Hereford cattle exposed to excessive heat load. **The Professional Animal Scientists**, v. 15, p. 53-62. 1999.

MADER, T. L.; HOLT, S. M.; HAHN, G. L.; DAVIS, M. S.; SPIERS, D. E. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 2373-2382. 2002.

MADER, T. I.; HUNGERFORD, J.A.; NIENABER, M. J.; BUHMAN, M. S.; DAVIS, G. L.; HAHN, W. M. ; CERKONEY; HOLT, S. M.. Heat stress mortality in Midwest feedlots. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79 (Suppl. 2), p. 33. 2001.

MADER, T.L.; DAHLQUIST, J. M.; GAUGHAN, J. B. Wind protection effects and airflow patterns in outside feedlot. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 26-36. 1997.

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

McDANIEL, A. H.; ROARK, C. B. Performance and grazing habits of Hereford and Aberdeen-Angus cows and calves on improved pastures as related to types of shade. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.15, p.59-63, 1956.

McILVAIN, E. H.; SHOOP, M. C. Shade for improving cattle gains and rangeland use. **Journal of Range Management**, Denver, v.24, p.181-4, 1970.

MITLOHNER, F. M.; MORROW, J. L.; DAILEY, J. W.; WILSON, S. C.; GALYEAN, M. L.; MILLER, M. F.; MCGLONE, J. J. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 9, p. 2327-2335. 2001.

MLA-Meat & Livestock Australia. **Recognizing excessive heat load in feedlot cattle**. 2002.

MORAN, D. S.; PANDOLF, K. B.; SHAPIRO, Y.; et al. An environmental stress index (ESI) as substitute for wet bulb globe temperature (WBGT). **Journal of Thermal Biology**, v.26, p.427-431, 2001.

MORROW, J. L.; MITLOHNER, L. M.; JOHNSON, A. K. Effect of water sprinkling on incidence of zoonotic pathogens in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 8, p. 1959-1966. 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL.. **A guide to environmental research on animals**. NationalL. Academie. Science., Washington, DC. 1971

Oliver,J.C;..Hellman, H.M;.Bishop, S.E;.Pelissier, C.L;Bennett. F.Heat stress survey. **California .Agriculture** v...3, p.6-8.1979.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE A PASTO . Grupo de Estudos e Pesquisas em Etologia e Ecologia Animal, Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal, **Anais de Etologia**, **18**: 26-42 (2000)

_____. Comportamento e termorregulação em ruminantes domésticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 3, Maringá, 2001. **Anais...** Maringá: CBB, 2001. CD ROM.

_____. **Termorregulação e comportamento alimentar e postural em ovinos: diferenças individuais e variações estacionais.** Tese (Doutorado) *Grande área: Ciências Agrárias / Área: Zootecnia / Subárea: Ecologia dos Animais Domésticos e Etologia.* Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto-SP, 138 pp. 1995.

PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de **Bovinocultura de Corte – Fundamentos da Exploração Racional.** 3. ed. Piracicaba; ESALQ, p. 23-41. 1999.

PEREIRA, J. C. C. Contribuição genética do zebu na pecuária bovina do Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.205, p.30-38, 2000.

_____. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PIRES, M. F. A. **Comportamento, parâmetros fisiológicos e reprodutivos de fêmeas da raça Holandesa confinadas em *free stall*, durante o verão e inverno.** 1997. 151 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

POSSA, K. **Aspectos do comportamento de bovinos das raças Aberdeen-Angus, Nelore e seus mestiços em pastagens tropicais.** Monografia de Graduação, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal-SP, 50 pp. 1989.

RIBEIRO, E.L. de A.; HERNANDEZ, J.A.; ZANELLA, E.L.; MIZUBUTI, I.Y.; FERREIRA DA SILVA, L. das D.; REEVES, J.J. Desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos. *Revista Brasileira de Zootecnia.* v.37, n.9, p.1669-1673, 2008.

ROBINSON, D. L.; FERGUSON, D. M.; ODDY, V. H.; PERRY, D.; THOMPSON, J. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne v. 41, n. 7, p. 997-1003. 2001.

SELYE, H. A syndrome produced by diverse noxious agents. **Nature**, London, v. 138, p. 32. 1976.

SHERWIN, C. M.; JOHNSON, K. G. The influence of social factors on the use of shade by sheep. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.18, p.143-155, 1987.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 67, n. 1 - 2, p. 1 - 18. 2000.

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

_____. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 268-281, 2006.

_____. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1192-1198 (supl). 2007.

_____. Conceito de equilíbrio térmico. **Biofísica ambiental: Os animais e seu ambiente**. In:_____. Jaboticabal: FUNEP, 2008. cap. 5, p. 131-164.

STAFFORD-SMITH, D. M.; NOBLE, I. R.; JONES G. K. A heat balance model for sheep and its use to predict shade seeking behaviour in hot conditions. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.22, p. 753-774, 1985.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, Boston, v. 12, n. 1, p. 57-60, 1959.

YAGLOU, C.P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. **Archives of Industrial Health**, Chicago, v.16, p.302-5, 1957.

YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. CRC Press, Boca Raton, FL.1985.

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO DE BOVINOS CONFINADOS COM ACESSO A SOMBRA

RESUMO: Avaliou-se o efeito da sombra, em confinamento comercial de bovinos, sobre o ganho de peso médio (GPM) e o rendimento de carcaça. Foram utilizados 156 animais nelores e anelorados, com peso inicial médio de 396 kg, divididos em dois currais, um sombreado com 90 animais e outro não sombreado com 66. O abate ocorreu em dois momentos, aos 77 dias e aos 118 dias de confinamento. A alimentação compunha-se de uma ração com uréia, farelo de soja e núcleo de uma empresa comercial, que era sobreposta à silagem de sorgo e acrescida de caroço de algodão e sorgo em grão triturado e fornecida “ad-libitum”. Determinaram-se as temperaturas extremas (máxima e mínima); temperatura do bulbo seco e bulbo úmido; temperatura do globotermômetro à sombra e ao sol; velocidade do vento e índice pluviométrico. Estes dados foram utilizados na determinação de quatro índices de ambiente térmico (Índice de Temperatura e Umidade - ITU; Índice de Temperatura e Globo Úmido - ITGU; Índice de Temperatura Equivalente - ITE e Índice de Carga Térmica - ICT) para verificação da possibilidade de estresse térmico. O desempenho animal foi obtido pela pesagem no início do confinamento e no momento da venda dos animais. Também foi considerado o rendimento de carcaça aos 118 dias. Aplicou-se análise de variância e Teste de Tukey a 5%, sendo a variável ganho de peso corrigida pela covariância por meio do peso inicial. Concluiu-se que o acesso à sombra de animais da raça nelore e anelorados, confinados comercialmente, favorece maior ganho de peso aos 77 dias e maior rendimento de carcaça aos 118 dias de confinamento.

Palavras-Chave: Bovino, conforto térmico, índices ambientais, temperatura do globo, raça nelore, rendimento de carcaça.

PERFORMANCE OF FEEDLOT BEEF CATTLE WITH ACCESS TO SHADE

ABSTRACT: It evaluated itself the effect of the shade, in commercial feedlot beef cattle, about the average weight gain (AWG) and performance of carcass. They were utilized 156 animals Nelores (*Bos Indicus*) and Nelore-cross, with average initial weight 396 kg, divided in two pens, a shading with 90 animals (handling) and another not shady with 66 (witness); counts on occurred in two moments to the 77 days and to the 118 days of confinement. The food composed itself of a feed with urea, crumb of soy and supplement premix of a commercial brand, that was placed on top to the sorghum tillage and added of lump of cotton and sorghum in grain shredded and supplied "ad-libitum". It determined itself the extreme temperatures (maximum and most minimum); temperature of the dry bulb and wet bulb; temperature of the Black Globe Thermometer in the shade and to the sun; speed of the wind and precipitation. These facts were utilized in the determination of four indices of thermal environment (Temperature-Humidity Index - THI; Wet Bulb Globe Temperature - WBGT; Equivalent Temperature Index - ETI and Heat Load Index - HLI) for verification of the possibility of thermal stress. The animal performance was obtained by the weighing in the beginning of the confinement and when the animals were sold; also was considered the performance of carcass to the 118 days, in the second counts on. It applied analysis of variance and Tukey's Test at 5%, being the variable I earn of weight corrected by the co-variance by means of the initial weight. Bovines Nelore and Nelore-cross, confined commercially with access in the shade, gains more of weight with 77 days. With 118 days the difference in earn of weight was not significant, but the performance of carcass of the animals of the shady pen was bigger.

Keywords: Bovine, environmental indices, Nelore, temperature of the globe, thermal comfort, performance of carcass.

1 - INTRODUÇÃO

No Brasil, o estresse pelo calor para gado de leite, só nos últimos anos despertou interesse dos pesquisadores, sendo objeto de estudo, tanto no campo como em confinamento, inclusive delimitando áreas propícias para bovinos holandeses de alta produção no país (PIRES, 2003). Os trabalhos de pesquisa sobre estresse climático na criação de bovinos de corte em confinamento são poucos. Segundo Cardoso (2000), a representatividade da atividade de confinamento no mercado de carnes é baixa, apenas seis por cento. Outro ponto importante a ser considerado é a rusticidade do gado de corte nacional. Problemas causados pela interação animal-ambiente, são visto com descaço tanto por produtores quanto por pesquisadores (PIRES, 2003).

Nas condições climáticas nacional, em especial na região do cerrado, onde a temperatura pode chegar a 40°C e a umidade relativa ultrapassar os 80% (COUTINHO, 1978), o calor ambiente pode afetar o conforto, bem-estar animal e indicadores de produtividade. Nestes casos torna-se necessário adotar medidas de manejo para propiciar, artificialmente, à volta dos animais às condições adequadas ou minorar os efeitos do clima para que expressem seu potencial genético. O confinamento de bovinos de corte no domínio do cerrado está, portanto, sujeito às condições adversas do clima. Determinar o estresse pelo calor por um índice de ambiente térmico (IAT) é de fundamental importância na tomada de decisões, tanto na pecuária leiteira, quanto na de corte, em relação ao animal adequado para determinada região (BARBOSA et al. 1995). IAT é também importante na adoção de medidas saneantes ambientais onde se encontram os animais.

A radiação solar é componente significativa na carga de calor em bovinos, e sua redução pelo uso da sombra é importante para manter o consumo de alimentos e água (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994). O uso de sombreamento em confinamento pode ser uma estratégia para diminuir o estresse pelo calor e, em consequência, os efeitos negativos do calor no desempenho animal, segundo Mitlohner et al. (2001), já a nebulização é em grande parte ineficaz. Em trabalho realizado em 2001, com novilhas, fornecendo 2,12 m²/animal de sombra, os autores observaram que os animais melhoraram o ganho de peso, qualidade de carcaça, índice respiratório e

comportamento, mas recomendavam estudo de campo sob condições comerciais para melhor avaliação. Existem diversas informações acerca da importância da sombra em bovinos leiteiros no Brasil, contudo pesquisas em gado de corte são escassas. Neste contexto, verifica-se a necessidade de estudos do desempenho de bovinos confinados comercialmente com acesso a sombra na região do Brasil Central

Considerando que para atender ao mercado exportador, que exigirá carcaças cada vez mais bem-acabadas e padronizadas durante o ano todo, nos próximos dez anos os confinamentos devem viver um ciclo de acentuado crescimento. Prevê-se que o número de cabeças confinadas salte dos 2,4 milhões em 2007 para aproximadamente seis milhões em 2017 (ANUALPEC, 2008). Além disso, deve-se considerar que a produção de biocombustíveis reduzirá as áreas para criação extensiva de um lado, e a pressão, tanto nacional quanto internacional, para não abertura de novas áreas de pastejo forçará o aumento dos confinamentos, do outro. Os proprietários destes confinamentos, por sua vez, terão de considerar obrigatoriamente o bem-estar animal por exigência dos consumidores.

Beneficiados pela disponibilidade de grãos e novilhos para engorda, os confinamentos deverão concentrar seu crescimento no Brasil Central, predominantemente, nos estados de Mato Grosso, Goiás, Bahia, Minas Gerais e Tocantins (ANUALPEC, 2008).

O objetivo do trabalho é determinar se, em confinamento comercial de bovinos, a inclusão do fator de bem-estar animal (sombra) favorece o ganho de peso e ou o rendimento de carcaça.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Instalações e Animais

Este estudo foi realizado de 13/08/2008 a 07/12/2008 na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG situada à 15km da sede do município às margens da rodovia MGT-497 (Uberlândia - Prata), com altitude de 830m, 18° 57' 53,9" de latitude sul e 48° 25' 12,2" de longitude oeste, Figura 1.

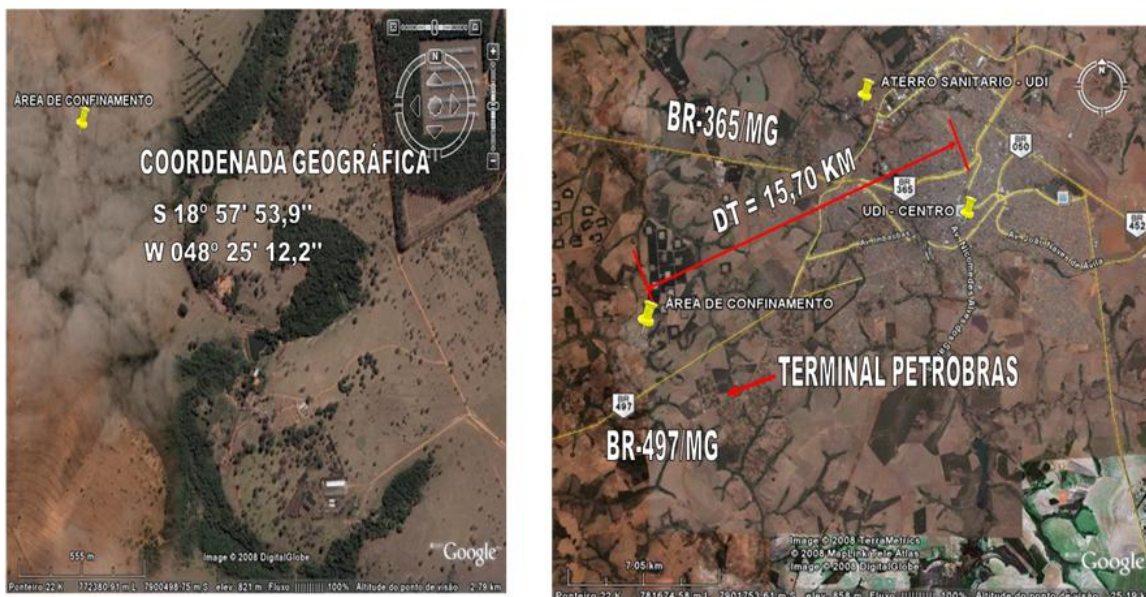


Figura-1 - Imagem de satélite da localização da Fazenda Babilônia. Fonte: Google Earth.

As instalações utilizadas (Figura - 2) compunham-se de dois currais, um com dimensões de 53mx17m (901m²). Este curral foi parcialmente sombreado com sombrite de retenção de 80%. A área sombreada foi de 40m x 5m (200m²) e a cobertura colocada a 2,5m de altura. O outro curral, não sombreado, com dimensões de 53m x 17m (901m²).

Posicionado entre os currais, cocho d'água de fluxo contínuo com bóia, medindo: 1,70m x 1,00m x 055m, com acesso unilateral. Os cochos de alimentação, para ração total, de meias manilhas pré-moldadas em concreto nas dimensões de 45m x 0,50m no curral sombreado e de 30m x 0,50m para o não sombreado, ambos com acesso bilateral.



Figura-2 - Vista dos currais de confinamento da Fazenda Babilônia: não sombreado acima e sombreado abaixo.

Apartou-se, de um total de 250 animais em 15/07/2008, 156 bovinos (Figura - 3) nelores e anelorados, não castrados, com idade entre 24 e 30 meses e peso acima de 300 Kg. Os animais foram vermifugados com albendazol na dose de 1ml/25 Kg.

Em 13/08/2008 iniciou-se o confinamento com a pesagem dos 156 animais apartados em julho/2008. Os bovinos foram apartados aleatoriamente nos dois currais. No curral sombreado foram colocados 90 animais ficando este com uma área de 14,72 m²/animal. O curral não sombreado recebeu 66 bovinos dispondo de uma área de 13,75 m²/animal. Destes animais utilizaram-se, no experimento, 64 bovinos do curral com sombra e 45 do sob sol, que foram perfeitamente identificados pelos brincos.



Figura-3 - Animais apartados para o confinamento em 13/08/2008.

Os animais, que estavam à pasto (*Brachiaria sp*), passaram por um período de adaptação alimentar de 10 dias (13/08/2008 à 22/08/2008). A alimentação no confinamento foi de silagem de sorgo (*ad libitum*) e concentrado equivalente a 1% do peso vivo em matéria seca/dia. As composições nutricionais da silagem e dos concentrados encontram-se representadas no Quadro-1.

Quadro-1 Componentes da alimentação dos bovinos confinados na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

COMPONENTES	VALORES NUTRICIONAIS DOS ALIMENTOS								
	MS	PB	EE	FB	FDN	FDA	MM	ENN	NDT
Concentrados									
Ração	89,7	47,0	3,2	4,9	-	-	25,9	16,1	79,3
Sorgo grão	91,1	8,9	2,2	2,2	-	-	2,8	74,2	78,4
Caroço algodão	93,1	22,8	16,2	21,4	-	-	4,7	28,1	80,5
Volúmoso									
Silagem Sorgo	34,8	6,6	2,7	32,6	59,3	35,1	5,6	52,4	59,3

MS- Matéria Seca; PB- Proteína Bruta; EE- Extrato Etéreo; FB- Fibra Bruta; FDN- Fibra em Detergente Neutro; FDA- Fibra em Detergente Ácido; MM- Matéria Mineral; ENN- Extrato Não Nitrogenados e NDT- Nutrientes Digestíveis Totais.

A ração referida no Quadro-1 foi composta com farelo de soja, uréia pecuária e premix comercial (enxofre ventilado, óxido de magnésio, monóxido de manganês, óxido de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio, calcário calcítico, fosfato bi-cálcico, caulim, vitaminas A, D3, e E, mono enzima sódica, extrato de leveduras, farelo de glúten de milho 21 e uréia pecuária).

Nenhuma movimentação dos animais foi efetuada, no período de confinamento a não ser por ocasião dos abates quando todos eram pesados e os com peso acima de 450 Kgeram mandados para o frigorífico. No período de estudo ocorreram dois abates, aos 77 dias (28/10/2008) e aos 118 dias (7/12/2008) quando foi apurados o ganho de peso médio (GPM) e aos 118 dias, também, o rendimento de carcaça.

Em delineamento inteiramente casualizado, aplicou-se análise de variância e Teste de Tukey, para comparação das médias, com significância de 5%, sendo a variável ganho de peso (GP) corrigida pela covariância por meio do peso inicial. Utilizou-se na análise o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).



Figura-4 - Animais em confinamento e globotermômetro ao sol. | Fazenda Babilônia.

2.2 - Medidas Climáticas e Índices do Ambiente Térmico

Coletou-se diariamente de 14/08 à 07/12/2008 a temperatura máxima e mínima, temperatura de bulbo seco e bulbo úmido, temperatura do globotermômetro na sombra e no sol, velocidade do vento e precipitação pluviométrica. Usou-se, na coleta, um termômetro de máxima e mínima, um psicrômetro (bulbo seco e bulbo úmido), dois termômetros de globo negro de 15 cm de diâmetro, um termo-anemômetro e um pluviômetro, respectivamente.

Calculou-se com as medidas climáticas coletadas, vários índices ambientais. Na determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foram usadas duas equações citadas por Bohmanova et al, (2007): $ITU = (0,35 T_{bs} + 0,65 T_{bu}) \times 1,8 + 32$ (BIANCA, 1962); $ITU = [0,4 \times (T_{bs} + T_{bu})] \times 1,8 + 32 + 15$ (THOM, 1959). Nossa meta foi comparar os dois ITU para avaliarmos o mais adequado. Já no cálculo do Índice de Temperatura e Globo Úmido (ITGU) usou-se a equação: $ITGU = 0,7 \times T_{bu} + 0,3 \times T_{gn}$ (YAGLOU; MINARD, 1957); o Índice de Temperatura Equivalente (ITE) desenvolvido por Baêta et al.

(1987), $ITE = 27,88 - 0,456 \times Tbs + 0,010754 \times Tbs^2 - 0,4905 + 0,00088 \times Ur^2 + 1,1507 \times V - 0,126447 \times V^2 + 0,019876 \times Ta \times Ur - 0,046313 \times Tbs \times V$, também foi determinado para o ambiente. Para o Índice de Carga Térmica (ICT), utilizou-se a equação para $Tgn > 25^\circ C$, pois no ambiente pesquisado a média da Tgn sempre foi acima de $25^\circ C$, tanto na sombra quanto no sol. A seguinte equação foi utilizada neste cálculo: $ICT (Tgn > 25^\circ C) = 8,62 + (0,38 \times Ur) + (1,55 \times Tgn) - (0,5 \times V) + [e^{2,4 - V}]$ (GAUGHAN et al. 2008), onde:

e - Base do logaritmo neperiano;

Tbs- Temperatura do bulbo seco em C° ;

Tbu - Temperatura do bulbo úmido em C° ;

Tgn - Temperatura do globo negro ou globo termômetro em C° ;

Ur- Umidade relativa em %;

V - Velocidade do vento em m/s.

3 - Resultados e Discussão

3.1 - Medidas do Ambiente

As temperaturas extremas (Figura- 5), no período analisado, atingiram pico de máxima de $38^\circ C$ e mínima de $9^\circ C$. A média das máximas ficou em $32^\circ C$, abaixo da TCS mas fora da ZCT e a das mínimas em $18,2^\circ C$, dentro da ZCT, conforme Ferreira (2005). Apresentaram, portanto, comportamento normal para a região, com amplitudes térmicas consideráveis o que auxilia na dissipação da carga térmica adquirida. Isto evita que os animais entrem em estresse pelo efeito cumulativo da carga calórica, conforme Mader et al. (2006) e Gaughan et al. (2008).

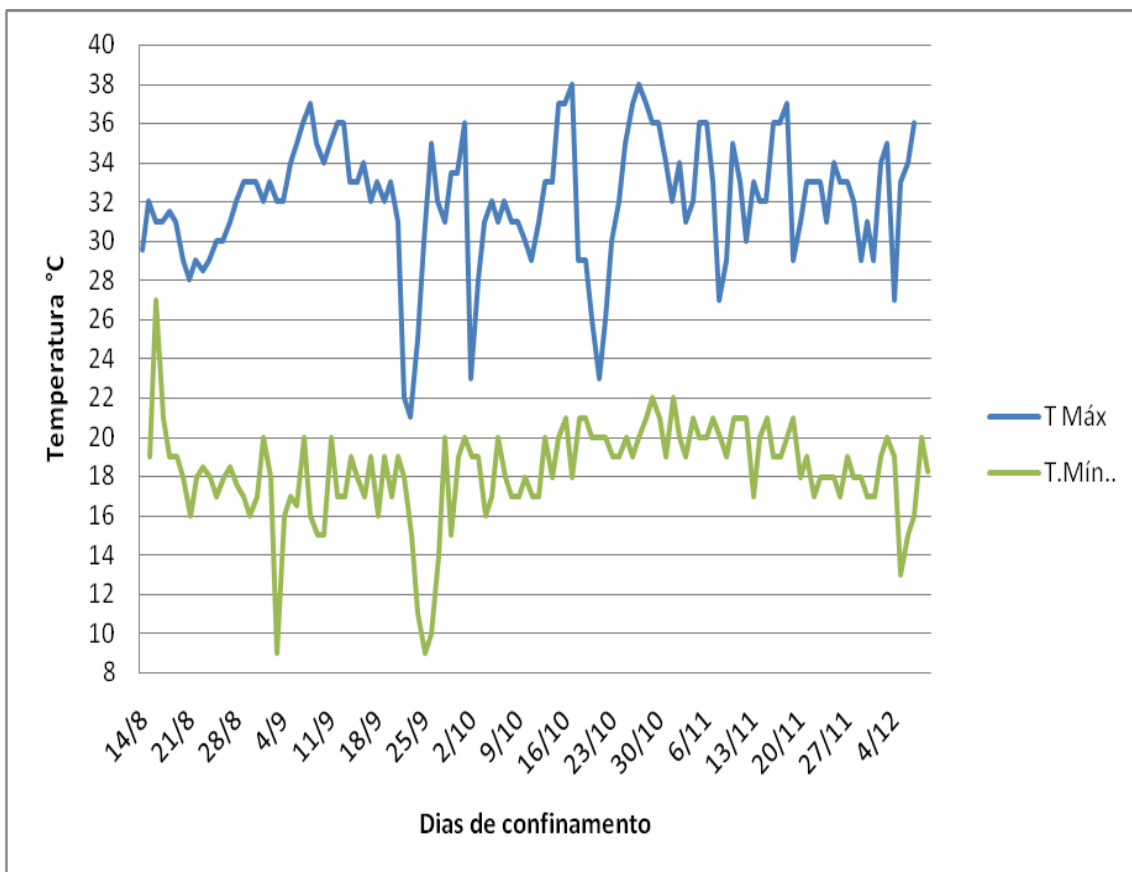


Figura-5 -Temperatura máxima e mínima em °C coletadas na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

Medidas tomadas no termômetro de bulbo seco e bulbo úmido acusaram diferença de até 16,5°C determinando umidade relativa de 19%, mas a média da UR manteve-se em 47,17% com máxima de até 93%. Não houve, durante o experimento, seqüência da combinação considerada desastrosa em termos de conforto animal: **alta temperatura e alta umidade** (Figura-6).

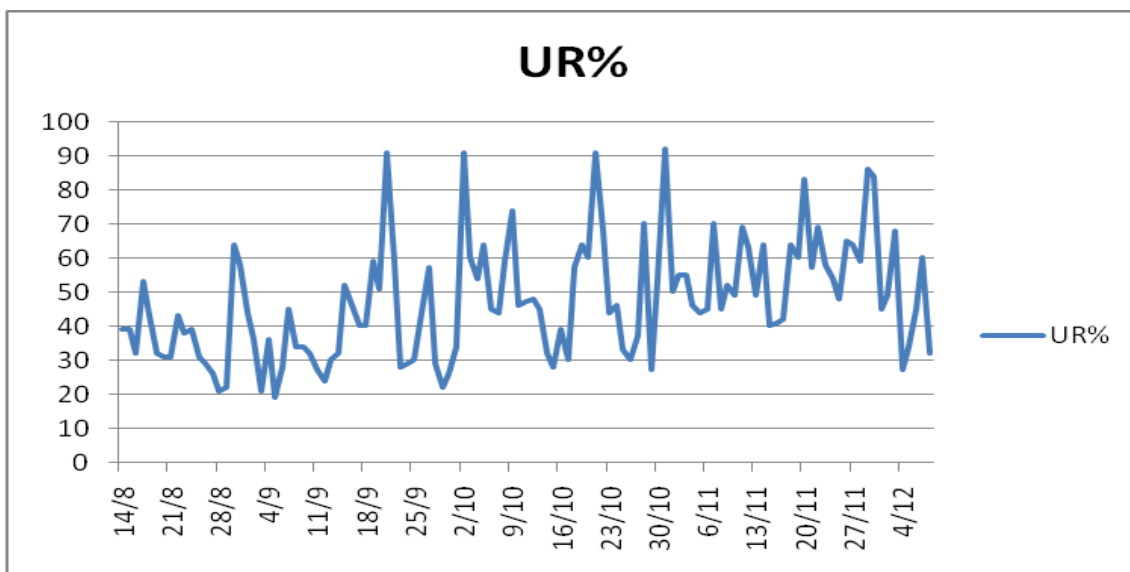


Figura-6 - Umidade Relativa em % calculada pelas temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

A Figura-7 retrata a velocidade do vento, que tem grande importância na dissipação do calor corpóreo.

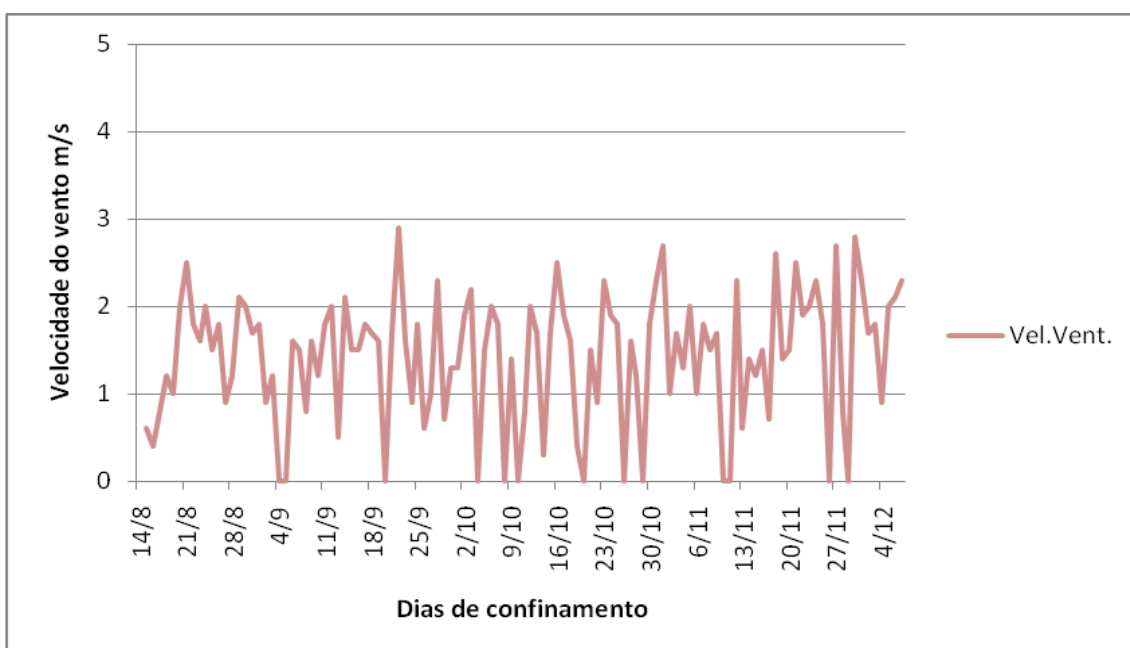


Figura-7 - Velocidade do vento em m/s coletado na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

A movimentação do ar sobre a pele do animal tem importante ação na perda de energia favorecendo o equilíbrio térmico em ambientes quentes. Pereira (2005) considerou ideal para troca calórica a velocidade do vento entre

1,4 e 2,2 m/s. A média encontrada de 1,9m/s está, portanto, dentro do ideal. Esta condição foi benéfica para os dois tratamentos.

O índice pluviométrico (Figura-8) no período de confinamento foi baixo, 218,5 mm em 117 dias, porém concentrado em 18 precipitações 15 das quais nos últimos 45 dias do confinamento. Ocorreram precipitações de 30 mm, ocasiões em que o gado deixava de usar o espaço sombreado, que se mantinha úmido por mais tempo e procurava as áreas sob sol. Este comportamento dos animais pode corroborar com a pesquisa de Marques et al (2007), que consideraram o excesso de chuva como um dos possíveis fatores da não constatação de diferença de desempenho entre animais à sombra e ao sol.. Embora a precipitação auxilie na termorregulação (HAFEZ, 1973; SILVA, 2000), altera o comportamento dos animais que procuram o sol evitando os locais úmidos nas horas de ócio.

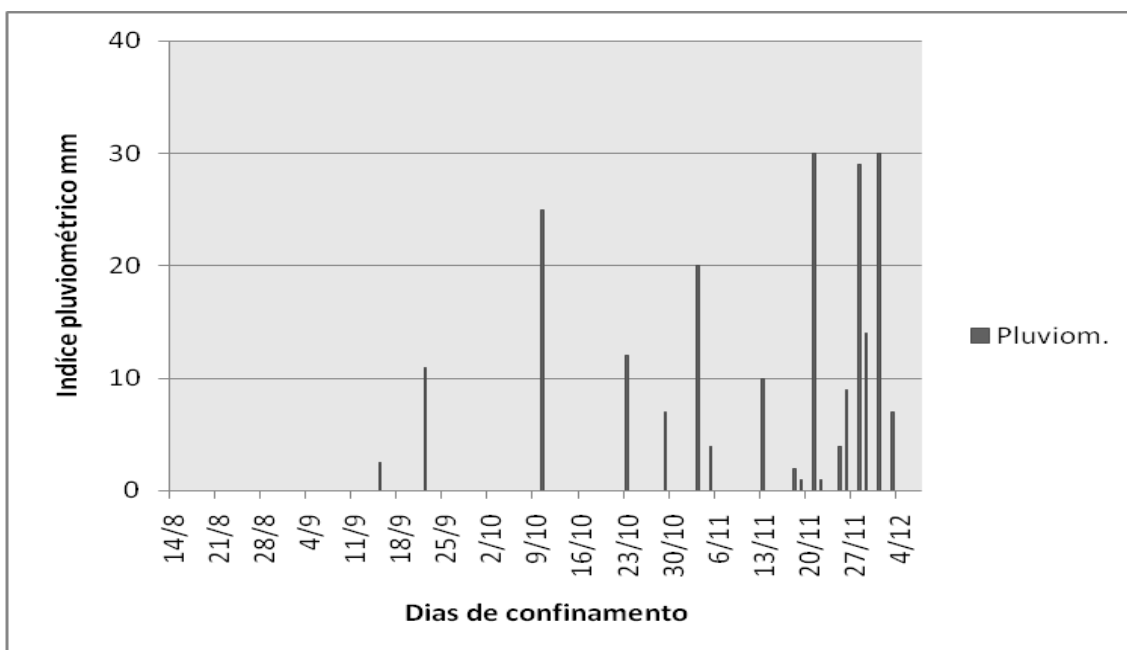


Figura-8 - Índice pluviométrico em milímetros, coletado na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

O desconforto térmico foi detectado pelo globotermômetro que mediu a carga térmica incidente no ambiente, com as temperaturas ultrapassando sistematicamente a TCS (temperatura crítica superior), para gado indiano, conforme Ferreira (2005). As mínimas para sombra e sol foram de 26°C e 30°C, máximas de 42°C e 50°C e as médias de 35,1°C e 43,7°C, respectivamente (Figura- 9).

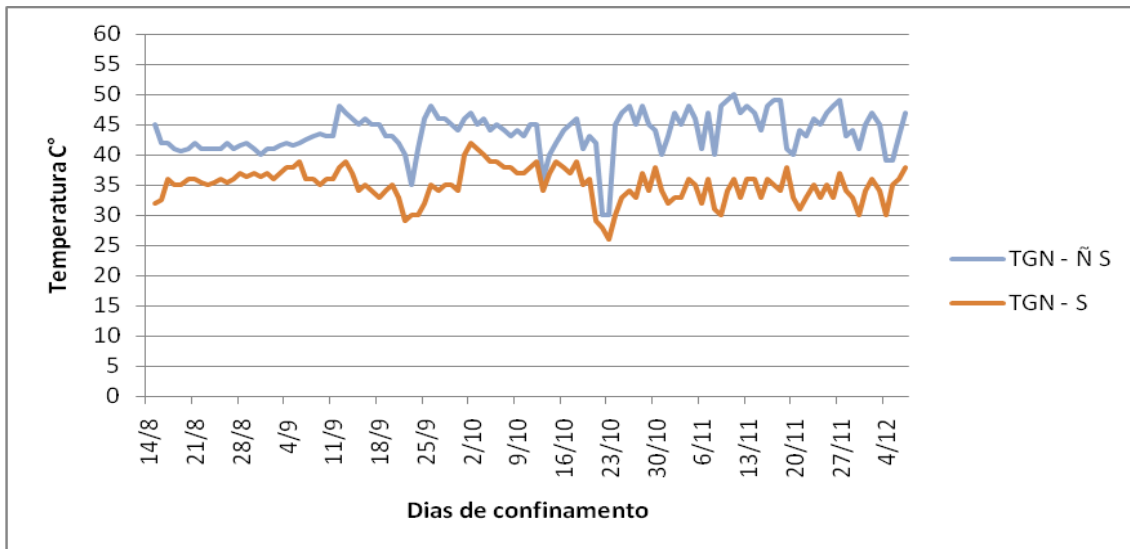


Figura-9 - Temperatura do Globo negro em C° na sombra (TGN-S) e no sol (TGN-ÑS) coletadas na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

3.2 - Índices Calculados

3.2.1 - Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

As fórmulas de ITU escolhidas foram a de Bianca (1962) e a de Thom (1959) obtida no trabalho de Bohmanova et al. (2007). A primeira dá um peso maior à UR e a segunda à temperatura ambiente. O ITU mínimo, para fórmula proposta por Bianca (1962) foi de 65,66 e o maior 89,15 ficando a média em 75,14 (Figura-10). Teve-se, portanto, conforme Hahn (1985) condições de normalidade com ITU até 70 e de emergência acima de 83. Entretanto a média ficou na condição crítica, entre 71 e 78. Já o ITU mínimo, para a fórmula de Thom (1959), foi de 77,4 e o valor máximo 115,6 ficando a média em 96,68 (Figura-10). De acordo com a tabela de Hahn (1985), para este resultado de ITU, não houve no período de confinamento condições de normalidade. O valor mínimo revelou condição crítica, mas a média determinou condição de emergência no período com ITU acima de 83. Podemos constatar que o ITU, dependendo da fórmula utilizada, pode mostrar valores totalmente diferentes, indicando para um mesmo ambiente níveis não preocupantes e extremamente

adversos. É necessário, portanto, escolher a fórmula adequada para o ambiente em estudo. Deve-se, ainda, considerar que esta classificação de Hahn é para bovinos em clima temperado e, segundo Silva (2008), nos animais adaptados a climas tropicais as reações seriam diferentes não se enquadrando na escala de Hahn. Portanto, um ITU médio de 75,14 obtido no experimento, não determinaria condição de estresse para estes animais adaptados ao clima tropical, mas um ITU médio de 96,68 tem de ser considerado.

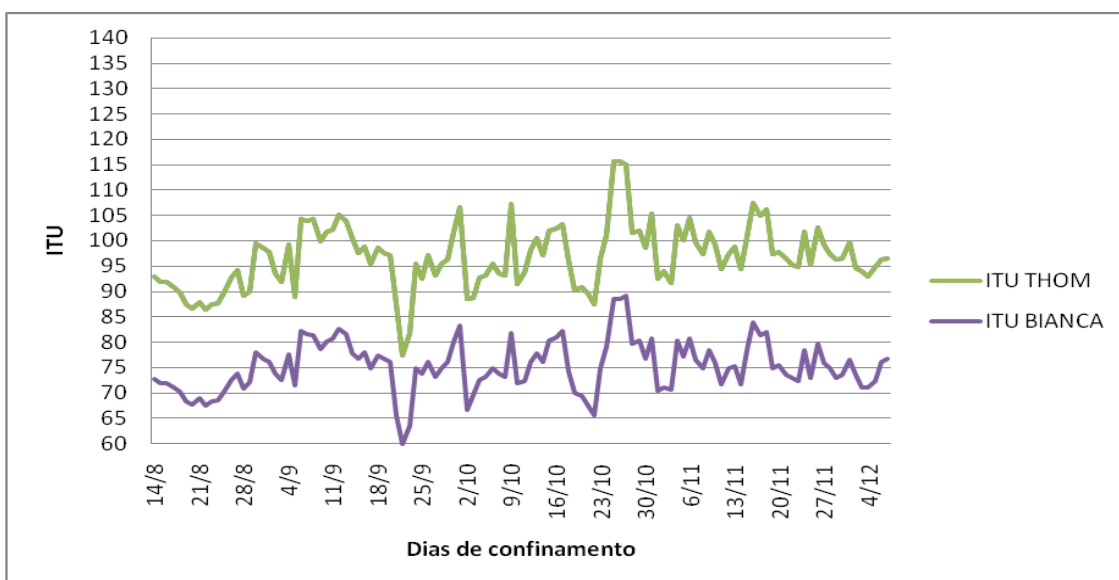


Figura-10 - Índices de Temperatura e Umidade com peso maior na UR (ITU Bianca) e na temperatura ambiente (ITU Thom), na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

3.2.2 - Índice de Temperatura e Globo Úmido (ITGU)

Detectou-se mínima de 17,4 e máxima de 31,9°C na sombra. No sol a mínima foi de 18,9 e a máxima de 36°C (Figura-11). As médias foram de 25,3 e 27,9°C, para sombra e sol, respectivamente, e não determinaram desconforto

térmico. Isto só ocorreria com valores acima de 35°C, conforme Silva (2008).

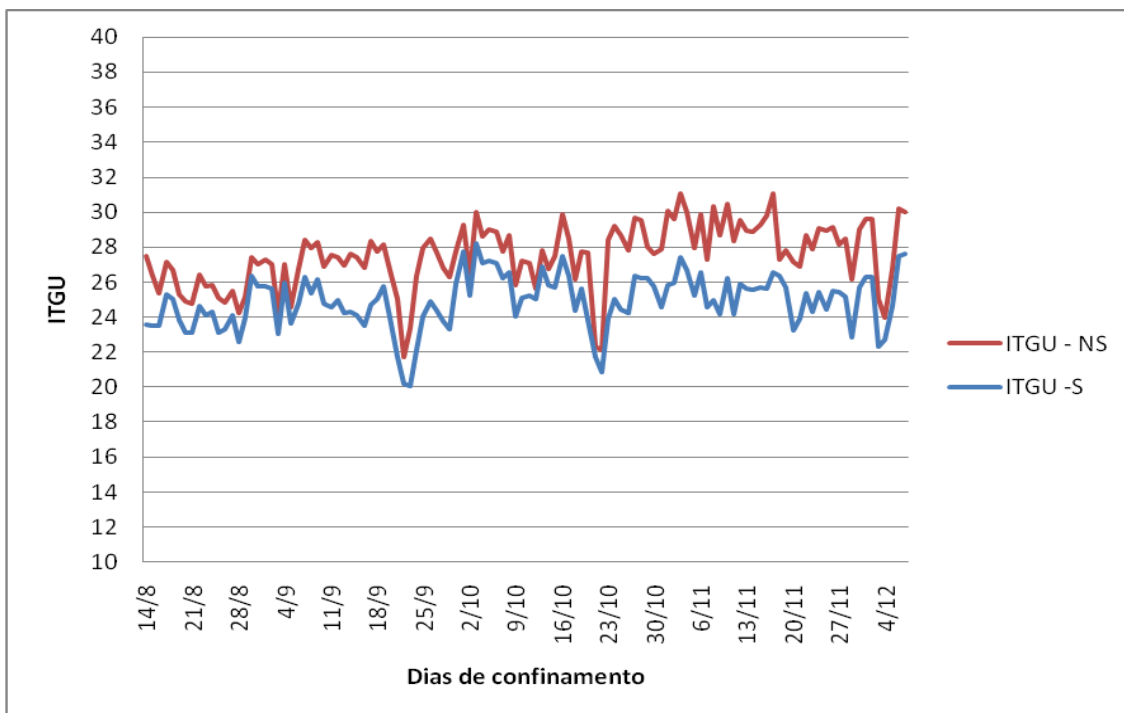


Figura-11 - Índices de Temperatura e Globo Úmido na sombra (ITGU - S) e no sol (ITGU - NS) na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

3.2.3 - Índice de Temperatura Equivalente (ITE)

Verificou-se no ITE mínima de 21,3, máxima de 44,6 e média de 29,6 (Figura-12). Esta média não chega ao nível de cautela, para vacas holandesas adaptadas ao clima tropical, que Silva et al. (2007) constataram principiar a partir do ITE 30. Considerando a maior resistência do gado de origem indiana o ITE não detectou ambiente adverso.

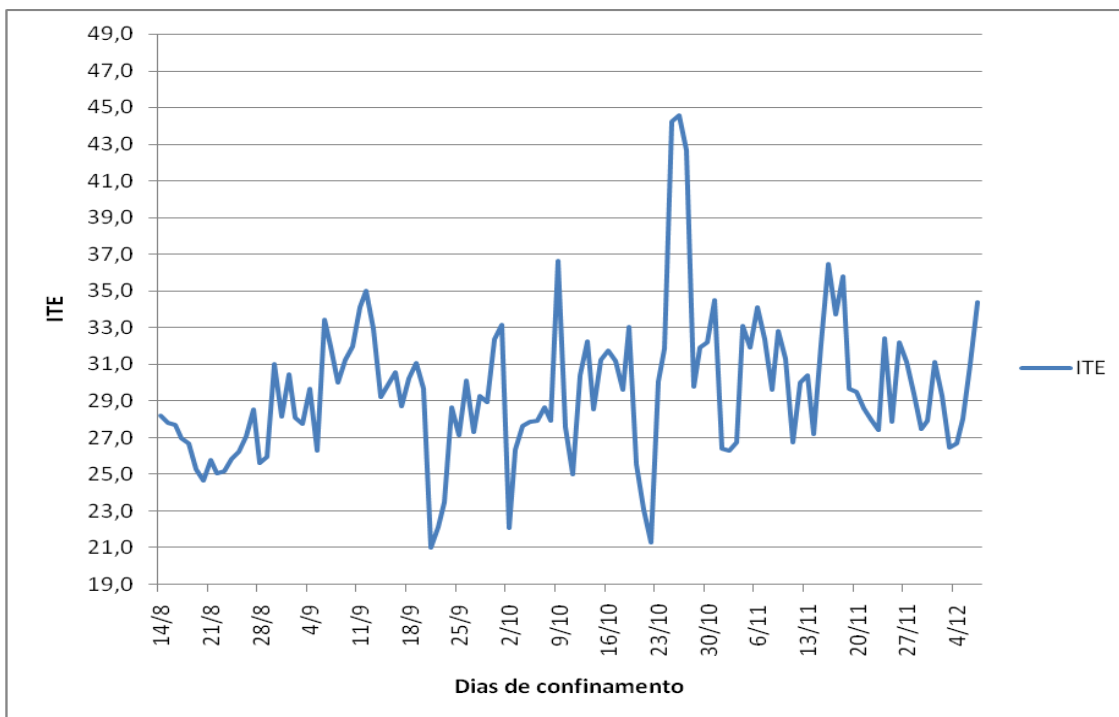


Figura-12 - Índice de Temperatura Equivalente calculado na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

3.2.4 - Índice de Carga Térmica (ICT)

O ICT mínimo para sombra foi de 67,19, máximo de 103,83 com média de 84,02 e, para o sol, mínimo de 74,94 e máximo de 124,5 e média de 97,19 (Figura-13). Seguindo a escala proposta por Silva et al. (2007) a média do ICT na sombra revela uma situação de normalidade, para vacas holandesas adaptadas, enquanto o resultado da média no sol revela situação de perigo. Gaughan et al. (2008) consideram o índice de 96 como o limite crítico superior para gado indiano, embora não tenham dados suficientes para determinar o grau de desconforto a partir daí. De qualquer forma a média de 84 na sombra e de 97,2 no sol determinou condições bastante diferentes no curral sombreado e no sob sol.

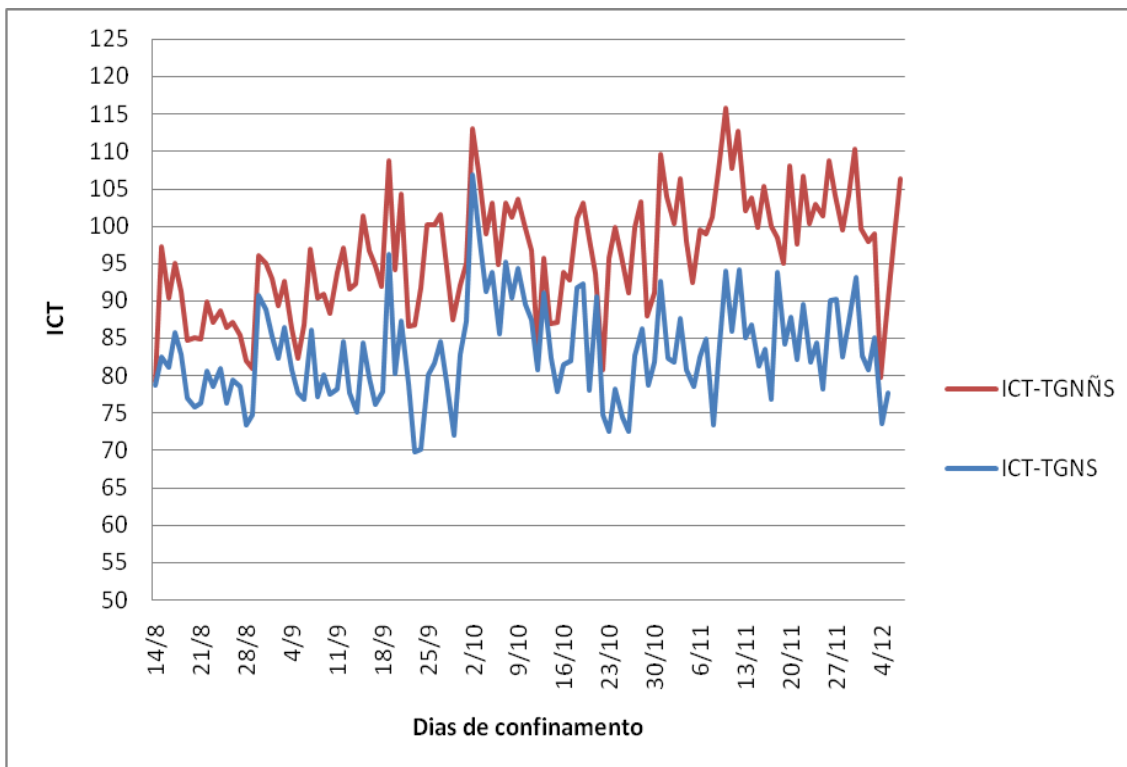


Figura-13 - Índices de Carga Térmica para sombra (ICT-TGNS) e para o sol (ICT-TGNÑS) na Fazenda Babilônia, município de Uberlândia-MG, no período do confinamento de 13/08 à 7/12/2008.

Infere-se, por conseguinte, que há um grau de desconforto detectado pelo ICT para o curral não sombreado em relação ao curral sombreado.

3.3 - Medidas nos Animais

3.3.1 - Ganho de Peso Médio (GPM)

As médias do peso inicial (MPI) (sombra/sol) não diferiram entre si. Os GPM dos animais aos 77 dias (1º abate), 118 dias (2º abate) e a MPI estão representados na Tabela-1. O ganho de peso maior dos animais com disponibilidade de sombra no primeiro abate (77 dias) coadunam-se com os trabalhos de Mitlohner et al. (2001) e de Barajas et al. (2004). Nestes trabalhos, com gado europeu e indiano respectivamente, os autores encontraram maior ganho de peso sob sombra. O presente trabalho demonstra que o desempenho em relação ao GPM, superior para animais com acesso a sombra, é

significativo para gado indiano com resultado um pouco inferior ao observado por Barajas et al. (2004). Já no segundo abate (118 dias) isto não ocorreu Tabela-1. Provavelmente devido ao aumento do índice pluviométrico a partir da primeira quinzena de novembro de 2008. Esta condição é citada por Marques et al. (2007) como um fator da não ocorrência de diferença de desempenho entre animais confinados com e sem acesso a sombra.

Tabela-1: Média de Peso Inicial (MPI) e Ganho de Peso Médio (GPM) em quilos, de bovinos terminados em confinamento (77 e 118 d) com e sem acesso a sombra, de 13/08/2008 a 28/10/2008 e de 13/08/2008 a 07/12/2008, na Fazenda Babilônia, em Uberlândia, MG.

Tratamento	MPI	GPM (77 d)	GPM (118 d)
Sombra	402,41 a	104,08 a	131,84 a
Sem sombra	390,89 a	91,29 b	120,37 a

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

CV(%) MPI - 9,85 CV(%)GPM(77d) - 25,17 CV(%)GPM(118d) - 18,71

3.3.2 - Rendimento Médio de Carcaça (RMC)

O melhor RCM (Tabela-2) dos bovinos em curral sombreado no segundo abate (118 dias) está de acordo com os resultados dos trabalhos de Mitlohner et al, (2001) para gado europeu e de Barajas et al. (2004) para gado indiano.

Tabela-2: Rendimento médio de carcaça (RMC) (dianteiro, traseiro e ponta de agulha). em porcentagem, de bovinos terminados em confinamento com e sem acesso a sombra, de 13 de agosto a 7 de dezembro de 2008, na Fazenda Babilônia, em Uberlândia, MG.

Tratamento	RMC %
Sombra	53,46 a
Sem sombra	53,13 b

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

CV(%) RMC - 0,56

O desempenho superior dos animais sob sombra deveu-se, provavelmente, à redução do estresse pelo calor. Conforme Morrison, 1983 e

Hahn, 1995, o principal efeito deste estresse, quando a temperatura ambiente supera os 25°C, é a diminuição na ingestão de alimentos. Nos trabalhos de Barajas et al. (2004) e Mitlohner et al. (2001), os autores não encontraram diferença no consumo de alimentos.

4 - CONCLUSÕES

Concluiu-se que o acesso à sombra, de animais da raça nelore e anelorados confinados comercialmente, favorece maior ganho de peso aos 77 dias e maior rendimento de carcaça aos 118 dias de confinamento.

REFERÊNCIAS

ANUALPEC 2008. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 380p.

BAÊTA, F. C. ; SHANKLIN, M. D. ; JONHSON, H. D. ; MEADOR, N. F. . Equivalent Temperature Index At Temperature Above The Thermoneutral For Lactating Dairy Cows.. **AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS** - 80 - 4015, p. 1-21, 1987.

BARAJAS, R., CERVANTES, B.J., VIRGILIO, R. J., CASTRO, P. Effect of shade in feedlot pen on growth performance response of finishing beef cattle the cold season in the northwest of Mexico. **Journal of Animal Science**, v.82, p.351-351, Suppl. 1, 2004.

BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G.; SCOLAR, j.; GUEDES, J. M. F. Utilização de um índice de conforto térmico em zoneamento bioclimático da ovinocultura. **In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia. Anais...Jaboticabal**, p. 251-259., 1995.

BOHMANOVA, J, MISZTAL, I., COLE, J. B. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. **Journal of Dairy Science**. v. 90, n.4, p. 1947-1956, 2007.

BIANCA,W.1962. Relative importance of dry- and wet-bulb temperatures in causing heat stress in cattle. **Nature** v;.195, p. 251-252, 1962..

CARDOSO, E. G. **Suplementação em pasto e confinamento de bovinos**. Confinamento de Bovinos. EMBRAPA-GADO DE CORTE. Campo Grande, MS. 2000.

COUTINHO, L. M. **Aspectos do cerrado**. 1978. Disponível em: Clima.eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_clima.htm - 11k. Acesso em agosto de 2008.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, p. 80-95; 248-262. 2005.

GAUGHAN, J. B., MADER, T. L.; HOLT, S. M.; LISLE, A.. A new heat load index for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, p.226-234. 2008

HAFEZ, E. S. E. **Adaptación de los Animales Domésticos**. Barcelona: Labor, 1973. P.334-335

HAHN, G.L.Management and housing of farm animals in hot environments. In: Yousef, M.K. (ed). *Stress physiology in livestock*, v.2, cap. 11, ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1985.

HAHN, G. L. Environmental influences on feed intake and performance of feedlot cattle. In:_____ **Intake by Feedlot Cattle**, Oklahoma Agric. Exp. Sta., p.942. Oklahoma State Univ., Stillwater. p 207–224. 1995.

HAHN, G. L.; MADER, T. L. **Heat waves and their relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle**. **Proc. 5th International Livestock Environmental Symposite**, p. 563-567. 1999.

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

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

MITLOHNER, F. M.; MORROW, J. L.; DAILEY, J. W.; WILSON, S. C.; GALYEAN, M. L.; MILLER, M. F.; MCGLONE, J. J. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 9, p. 2327-2335. 2001.

MORRISON, S. R. Ruminant Heat Stress: Effect on Production and Means of Alleviation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, p.1594-1600, 1983.

PEREIRA, J. C. C. **Estresse térmico e a produção de leite.** In: _____. Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal. 2005. p.74-86.

PIRES, M. F. Á; COSTA, L. C; SILVA JUNIOR, J. L. C.; CAMPOS, A. T.; NOVAES, L. P **Zoneamento da região Sudeste do Brasil, utilizando o índice de temperatura e umidade.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - Embrapa Gado de Leite, v. 13, p. 1-21, 2003.

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

_____. Especificação do ambiente. In:_____. **Biofísica ambiental: Os animais e seu ambiente.** Jaboticabal: FUNEP, 2008. cap. 10, p. 356-380.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, Boston, v. 12, n. 1, p. 57-60, 1959.

YAGLOU, C.P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. **Archives of Industrial Health**, Chicago, v.16, p.302-5, 1957.