

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
MESTRADO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**EFEITO DO MANEJO DE COBERTURA SOBRE ÍNDICES DE
CONFORTO TÉRMICO, VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO
DE BEZERROS LEITEIROS**

Patrícia Corrêa de França Fonseca

Anápolis-GO
Abril, 2010

**EFEITO DO MANEJO DE COBERTURA SOBRE ÍNDICES DE
CONFORTO TÉRMICO, VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO
DE BEZERROS LEITEIROS**

PATRÍCIA CORRÊA DE FRANÇA FONSECA

Orientadora: Prof^a. DSc. Roberta Passini

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás - UEG, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas de Anápolis como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Engenharia Agrícola – Engenharia de Sistemas Agroindustriais, para obtenção do título de MESTRE.

ANÁPOLIS
GOIÁS
2010

EFEITO DO MANEJO DE COBERTURA SOBRE ÍNDICES DE CONFORTO
TÉRMICO, VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO DE BEZERROS
LEITEIROS

Por

Patrícia Corrêa de França Fonseca

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovada em: ___/___/___

Profa. DSc. Roberta Passini
(Orientadora)
Universidade Estadual de Goiás

Prof. DSc. José Dafico
Universidade Estadual de Goiás
Unidade de Ciências Exatas e Tecnológicas

Prof. DSc. Régis de Castro Ferreira
Universidade Federal de Goiás

À Deus,
aos meus pais, Mirian e José,
a minha irmã, Fernanda,
e ao meu esposo, Marcio.

Dedico com muito amor, carinho, respeito, admiração e gratidão.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todo amor demonstrado a mim, me enchendo de força, coragem, capacidade, dando permissão de chegar até aqui.

Aos meus pais, tia Mirian e tio França, pelo auxílio e incentivo, mas acima de tudo pela confiança e carinho.

A minha irmã, pelo carinho, colo, sorrisos, palavras de ânimo e coragem.

Ao meu esposo, Marcio Luís, pelo apoio, respeito, paciência e principalmente pela motivação e confiança.

A professora Roberta Passini, pela orientação, confiança e paciência na execução deste trabalho, e ainda, pelo respeito, ética e profissionalismo dedicados à pesquisa.

À Eduardo Alves, companheiro de projeto, pelo auxílio na condução dos experimentos.

Aos amigos, Josué, Dayanna, Gracielly, Fernanda, Suely e Erlon pelos bons momentos de convivência e trabalho.

Ao Sr. Valdeir, pela contribuição na confecção dos abrigos experimentais.

A Eliete pela dedicação ao programa de mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos e pelos recursos financeiros da pesquisa, via Procad .

A Fazenda Sol Dourado, pela disponibilização dos animais e do local para realização deste projeto.

As amigas Ana Camila, Kariny, Letícia e Naira, que me incentivaram e compreenderam meus momentos de ausência e as amigas conquistadas na graduação, Elaine, Leciane, Raphaela e Williene que continuam me acompanhando.

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desse sonho.

BIOGRAFIA

PATRÍCIA CORRÊA DE FRANÇA FONSECA, filha de José Bezerra de França Filho e Mirian Corrêa de França, nasceu na cidade do Rio de Janeiro, RJ, em 26 de maio de 1981. Formou-se em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás (UEG/UnUCET), em dezembro de 2007. Durante a graduação, trabalhou com pesquisa na área de Construções Rurais e Ambiente e Máquinas Agrícolas, sendo voluntária de iniciação científica pelo PVIC/UEG. Em fevereiro de 2008, iniciou o Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás (UEG/UnUCET), realizando seus estudos na área de Construções Rurais e Ambiente.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 INSTALAÇÕES PARA BEZERROS	5
2.2 INFLUÊNCIA DAS INSTALAÇÕES NO CONFORTO TÉRMICO ANIMAL	7
2.3 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO	9
2.4 ELEMENTOS METEOROLÓGICOS	10
2.4.1 Temperatura ambiente - bulbo seco (Tbs)	10
2.4.2 Umidade relativa do ar (UR)	10
2.4.3 Velocidade do vento (V)	12
2.4.4 Temperatura de globo negro (Tgn)	12
2.5 ZONEAMENTO BIOCLIMAÁTICO BRASILEIRO	14
2.6 ZONA DE CONFORTO TÉRMICO	15
2.7 BEM-ESTAR ANIMAL	17
2.8 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS	17
2.8.1 Temperatura retal	18
2.8.2 Frequência respiratória	19
2.8.3 Consumo de alimento	19
2.8.4 Consumo de água	21

3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
	CAPÍTULO 2 – EFEITO DO MANEJO DE COBERTURA DE ABRIGOS INDIVIDUAIS SOBRE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA BEZERROS LEITEIROS.....	27
1	INTRODUÇÃO	28
2	MATERIAL E MÉTODOS	30
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4	CONCLUSÕES.....	41
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
	CAPÍTULO 3 – EFEITO DO MANEJO DE COBERTURA DE ABRIGOS INDIVIDUAIS SOBRE RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO DE BEZERROS LEITEIROS	44
1	INTRODUÇÃO	45
2	MATERIAL E MÉTODOS	46
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4	CONCLUSÕES.....	53
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
6	CONCLUSÕES GERAIS	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Valores médios para vaca europeia em ambiente confortável e aquecido.	20
TABELA 2 - Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) dos materiais.....	30
TABELA 3 - Médias de temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (Tgn), Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), Temperatura Media Radiante (TMR) e Carga Térmica Radiante (CTR).....	36
TABELA 4 - Valores médios, obtidos por horário, nos diferentes tratamentos para as variáveis ambientais Tbs, UR, Tgn, ITGU, TMR e CTR.....	38
TABELA 5 - Valores médios, obtidos por horário, para as variáveis ambientais externas aos abrigos, Tbs, UR, V e Tpo.....	40
TABELA 6 - Médias de ganho de peso diário (GPD), consumo de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA), para os diferentes tratamentos, com as respectivas probabilidades estatísticas.	49
TABELA 7 - Médias de frequência respiratória (FR), em mov/min e temperatura retal (TR), em °C para os diferentes tratamentos, com suas respectivas probabilidades estatísticas e coeficiente de variação.	51

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Zoneamento bioclimático brasileiro.....	14
FIGURA 2 - Representação esquemática simplificada das temperaturas efetivas. Adaptado de Curtis (1983).	16
FIGURA 3 - Corte lateral do abrigo.....	31
FIGURA 4 - Vista frontal do abrigo.....	31
FIGURA 5 - Globo negro e termohigrômetro instalados no interior do abrigo.....	32
FIGURA 6 - Multímetro, modelo LS8000.....	32
FIGURA 7 - Abrigo com cobertura de zinco galvanizado.....	33
FIGURA 8 - Abrigo com cobertura de cimento amianto.	33
FIGURA 9 - Pesagem animal através de fita torácica.....	47
FIGURA 10 - Coleta de temperatura retal.....	48

RESUMO

Este trabalho objetivou comparar o manejo de cobertura em abrigos individuais para bezerros, sobre índices de conforto térmico, respostas fisiológicas, ganho de peso e consumo alimentar. Para avaliação dos índices de conforto térmico foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos e 59 repetições, sendo as repetições medidas no tempo. Os tratamentos foram: Z – Zinco galvanizado, a 26 mm de espessura, CA – Cimento amianto e CAB – Cimento amianto pintado de branco. Foram coletadas como variáveis ambientais, dentro dos abrigos, temperatura de globo negro (Tgn), umidade relativa do ar (UR) e temperatura de bulbo seco (Tbs), parâmetros utilizados para calcular os índices térmicos, índice de temperatura de globo negro (ITGU), temperatura média radiante (TMR) e carga térmica de radiação (CTR). Os dados foram coletados às 9h, 11h e 13h, tendo os dias como repetição. Os dados ambientais externos, Tbs, UR, velocidade do vento (V) e ponto de orvalho (Po), foram coletados por um multímetro, modelo LS8000. Foram encontrados $523,44 \text{ Wm}^{-2}$, $506,72 \text{ Wm}^{-2}$ e $489,28 \text{ Wm}^{-2}$ para CTR relativos aos tratamentos zinco galvanizado (Z), cimento amianto (CA) e cimento amianto pintada de branco (CAB), respectivamente, demonstrando que CA e CAB obtiveram um desempenho semelhante e o Z apresentou um ambiente com maior desconforto ambiental. Para análise do desempenho animal utilizou-se um DIC com arranjo fatorial de tratamentos 2 X 3: dois sexos e três manejos de cobertura (Z, CA e CAB). Foram utilizados 18 animais, nove de cada sexo, distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos. O experimento teve a duração de 70 dias. As características fisiológicas analisadas foram temperatura retal e frequência respiratória, além do ganho de peso diário, conversão alimentar e consumo de matéria seca. Os dados foram analisados pelo programa computacional SISVAR (*free*), comparando as médias pelo teste de Tukey, adotando um nível de significância de 5%. Houve um aumento na frequência respiratória (FR) para os machos, $65,92 \text{ mov.min}^{-1}$ ($P < 0,05$), enquanto as fêmeas obtiveram uma média $60,37 \text{ mov.min}^{-1}$. Para a temperatura retal (TR) não houve diferença entre os tratamentos. Diferentes coberturas não influenciaram o desempenho e o consumo alimentar, contudo, interferiram na fisiologia de termorregulação dos animais.

Palavras Chaves: índices térmicos, termorregulação, ganho de peso, bezerros leiteiros, consumo de ração.

ABSTRACT

This study compared the management of coverage in individual shelters for calves on indexes of thermal comfort, physiological responses, weight gain and food consumption. To evaluate the thermal comfort index was used completely randomized design with three treatments and 59 repetitions, and the repetitions measures in time. The treatments were: Z - Galvanized zinc, 26 mm thick, CA – Asbestos cement and CAB - Asbestos cement painted white. Were collected as environmental variables within the shelters, black globe temperature (BGT), relative humidity (RH) and dry bulb temperature (Dnt), parameters used to calculate the heat index, index of black globe temperature (WBGT), mean radiant temperature (MRT) and radiant heat load (RHL). The data were collected at 9:00 am, 11:00 am and 1:00 pm, and day as repetition. The external environmental data, Dnt, RH, wind speed (W) and dew point (Dp), were collected by a meter, model LS8000. Found 523.44 Wm^{-2} , 506.72 Wm^{-2} 489.28 Wm^{-2} for RHL for the treatment galvanized zinc (Z), asbestos cement (CA) and asbestos cement painted white (CAB), respectively, demonstrating that CA and CAB received a similar performance and Z showed an environment with greater environmental discomfort. For analysis of animal performance used completely randomized design with factorial arrangement of treatments 2 X 3: two sexes and three coverage managements (Z, CA and CAB). We used 18 animals, nine of each sex, randomly distributed among the treatments. The experiment lasted 70 days. The physiological characteristics analyzed were rectal temperature and respiratory rate, above as daily weight gain, feed conversion and consumption of dry matter. The data were analyzed by computational program SISVAR (free), comparing the means by Tukey test, adopting a significance level of 5%. There was an increase in respiratory rate (RR) for males, $65.92 \text{ mov.min}^{-1}$ ($P < 0.05$), as the females had an average $60.37 \text{ mov.min}^{-1}$. For rectal temperature (RT) there wasn't difference between treatments. Different coverage didn't influence performance and food consumption, however, interfere with the physiology of thermoregulation of animals.

Keywords: indexes thermal, thermoregulation, weight gain, dairy calves, feed intake.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A importância da adequação climática das instalações para a criação de animais reside em sua estreita ligação com a produtividade e a economicidade do empreendimento rural. As crescentes pressões para o aumento da produção no campo, a competitividade dos mercados interno e externo, e a necessidade de conservação dos recursos ambientais apontam para a maior racionalização dos processos produtivos e, conseqüentemente, das instalações, na medida em que estas podem ser projetadas para oferecer as melhores condições de desenvolvimento da criação (KAWABATA, 2003).

As mudanças e variações climáticas representam um desafio em manter a produção animal, pois alteram as condições fisiológicas dos animais ocasionando declínio na produção, principalmente no período de menor disponibilidade de alimentos.

As altas temperaturas, associadas à umidade do ar também elevada, afetam negativa e significativamente a temperatura retal e a frequência respiratória, causando estresse em animais (MAGALHÃES et al., 1998).

Para os climas subtropicais e tropicais, como os do Brasil, os efeitos de temperatura e umidade do ar são, muitas vezes, limitantes ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais, em razão do estresse a eles associado. Assim, os materiais a serem utilizados para a confecção das instalações devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente interno seja menos influenciado pela variação climática (PADILHA et al., 2001). Bezerros de vacas leiteiras podem ser criados com ótimos resultados em instalações simples, que ofereçam condições de higiene, saúde e manejo eficientes. Daí a necessidade de instalações adaptadas, com características construtivas que garantam o máximo de conforto e que permitam ao animal abrigado desenvolver todo seu potencial genético (NÃÃS; SILVA, 1998).

A construção de abrigos para animais objetiva alterar ou modificar o ambiente em benefício deles, a fim de alcançar maior produtividade e segurança ao produtor. Os animais ficam assim parcialmente protegidos das intempéries climáticas (GHELFI FILHO et al., 1992), por isso, as instalações devem ser capazes de amenizar as sensações de desconforto térmico, por meio de uma concepção de projeto que objetive integrar a instalação ao seu ambiente, otimizando seus

recursos e atenuando os efeitos de eventuais características adversas à criação (KAWABATA, 2003).

Numa exploração bovina, a renovação ou ampliação do rebanho é muito importante para o rendimento econômico do criador, sendo que esta depende em grande parte, da redução do índice de mortalidade dos bezerros. Atualmente, os produtores entendem que bezerros, bem criados são utilizados para a renovação futura do rebanho e que a boa criação permite que os animais atinjam mais rápido o desenvolvimento corporal satisfatório para o seu fim (KAWABATA, 2003).

As limitações para obtenção de altos índices zootécnicos no Brasil decorrem da utilização de animais geneticamente desenvolvidos para climas mais amenos serem alojados em ambientes de clima quente, porém, em condições ou conceitos provenientes daquele clima. Daí a necessidade de haver instalações adaptadas, com características construtivas que garantam o máximo possível de conforto e permitam ao animal abrigado desenvolver todo o seu potencial genético (NÃÃS; SILVA, 1998).

A proteção proporcionada pela sombra é uma barreira contra radiação solar direta (SILVA, 2000). Rodrigues e Nããs (1999) concluíram que, os planos de envoltória da instalação requerem maior intervenção para a melhoria das condições internas de conforto térmico. A pintura de cor branca é um dos tratamentos que podem ser aplicados às coberturas, a fim de melhorar seu desempenho térmico. O uso de pintura branca nas telhas de cimento-amianto pode promover a reflexão de cerca de 70 a 88% dos raios solares, dependendo da natureza da tinta (KOENISBERGER et al., 1977).

A cobertura individual para bezerros é uma prática de manejo bastante efetiva para melhorar a saúde e o crescimento até o desmame. Elas devem ser transportáveis, permitindo sua remoção periódica para outros locais, por isso, devem ser construídas com materiais duráveis. Tem sido utilizada com sucesso por muitos anos ao redor do mundo, e continua sendo uma das opções mais populares para alojar bezerros nos EUA, conforme Quigley (2001). As coberturas individuais fornecem isolamento, um componente crítico na criação de bezerros, período em que o sistema imune do bezerro é menos desenvolvido e menos competente para lidar com patógenos infecciosos.

O manejo de bezerros em abrigos individuais tem mostrado melhorar a saúde, reduzir a morbidade e a mortalidade e não tem efeitos no comportamento e produtividade futura. Além

disso, coberturas individuais projetadas de forma correta provêm uma ventilação natural excelente o que pode reduzir a incidência de doenças respiratórias. A Universidade do Tennessee tem realizado pesquisas com animais alojados em abrigos individuais demonstrando que este sistema de manejo é superior a outros (QUIGLEY, 2001).

Disto posto, o presente trabalho objetivou verificar a influência de manejo de cobertura em abrigos individuais para bezerros leiteiros, sobre índices de conforto térmico, variáveis fisiológicas e desempenho do nascimento até o desmame.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INSTALAÇÕES PARA BEZERROS

Um dos principais fatores relacionados com a alta taxa de mortalidade e morbidade de bezerros jovens é o uso de instalações inadequadas. A falta de higiene, excesso de umidade, concentração excessiva de amônia e de agentes causadores de doenças são alguns fatores que podem elevar os índices de diarreia e problemas respiratórios, mais frequentes durante os três primeiros meses de vida do animal. Os abrigos individuais constituem-se em instalações cujas principais vantagens são a facilidade de limpeza, desinfecção e mobilidade, numa tentativa de quebrar o ciclo de vida dos organismos causadores de doenças, sendo necessário dispor os animais de tal modo que não haja contato físico entre eles (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2009), e tem por objetivo oferecer conforto ao animal, permitindo que ele expresse seu potencial de produção. Estes abrigos devem ser construídos e planejados com a finalidade principal de diminuir a ação direta dos elementos climáticos (insolação, temperatura, ventos, chuva e umidade do ar) sobre os animais (SEVEGNANI et al., 1994).

Bezerros de vacas leiteiras podem ser criados com ótimos resultados em instalações simples, mas que ofereçam condições de higiene, saúde e manejo eficiente. Normalmente os bezerreiros são do tipo baias fixas dentro de um galpão próprio para esse fim ou mesmo dentro do estábulo e, mais recentemente, individuais móveis (gaiolas). Cada um apresenta vantagens e desvantagens, em razão de vários fatores como o clima da região, a raça e o tipo de manejo adotado.

Na maioria das fazendas brasileiras, a taxa de mortalidade é alta, o desenvolvimento dos bezerros é lento, conseqüentemente a idade à primeira parição é avançada, e o rendimento econômico do criador é baixo, já que a renovação ou ampliação do rebanho é prejudicada (SOUZA et al., 1993).

Há uma grande variedade de bezerreiros que podem ser empregados com eficiência: o sistema convencional de baias fixas em um galpão próprio ou mesmo dentro do estábulo, o sistema de abrigos individuais móveis e o sistema extensivo, no qual os bezerros são criados soltos no pasto. Todos tem de satisfazer às exigências de proteção contra ventos fortes, camas

secas e limpas, bom arejamento, sombra, espaço suficiente para o animal deitar-se e descansar, de modo a proporcionar o máximo conforto (CAMPOS; LIZIERI, 1996).

No período do aleitamento, ou seja, do nascimento aos 60 dias, o bezerro pode ser criado, com vantagem, em abrigos individuais móveis, sistema considerado viável técnica e economicamente, que vem sendo utilizado com êxito nos países com temperatura de -20°C a 37°C . Estes podem estar localizados próximos ao estábulo ou no próprio piquete destinado aos bezerros, permitindo melhor observação dos animais durante sua fase mais crítica, controle individual da ingestão de concentrado e desaleitamento de acordo com o aumento do consumo diário de alimentos. Além disso, bezerros criados neste tipo de instalação apresentam menor incidência de problemas sanitários, baixa taxa de mortalidade e maior consumo de concentrado (OTTERBY; LINN, 1981). Desta forma, os gastos com medicamentos são reduzidos, além de permitir desaleitar os bezerros mais precocemente, com redução nos gastos com leite (BUENO, 1986).

Os materiais de construção geralmente têm sua utilização vinculada às suas características de resistência, durabilidade e custo. Nas edificações para criação animal é recomendável que os materiais apresentem, adicionalmente, uma baixa condutividade térmica, de forma a contribuir para o conforto térmico das instalações e, conseqüentemente, aumentar a produção animal (PADILHA et al., 2001). De acordo com Campos O. F. (1986), as pesquisas conduzidas no Brasil limitaram-se à concepção dos abrigos individuais móveis e houve maior tendência ao uso da madeira compensada.

O telhado recebe a radiação solar e a transmite para o interior da instalação. O fator mais importante é a quantidade desta radiação que chega até os animais, a qual é determinada pelo tipo de material de cobertura ou pela presença de um isolante térmico abaixo desta. O isolante térmico é um meio mais eficiente e econômico de melhorar as condições ambientais de edificações em geral (NÃÃS, 1994). O uso de forro sob o telhado é um dos tipos de isolamento térmico mais utilizado, o qual melhora o conforto dos animais, reduzindo a transmissão térmica e aumentando sua inércia térmica (OLIVEIRA J. E. et. al., 2000).

O tipo de material utilizado para confecção de telhas é de grande importância (PADILHA et al., 2001), porém, o uso da pintura branca na superfície externa das telhas aumenta o conforto térmico dos animais, promovendo significativa reflexão da radiação solar e redução na taxa de calor gerado pela cobertura (SEVEGNANI et al., 1994), além de ser uma forma efetiva é uma

maneira econômica de melhorar o desempenho de materiais menos eficientes termicamente. Segundo Moraes (1999) e Moura (2001) a pintura do telhado com a cor branca, normalmente produz efeito positivo na redução da temperatura e possui baixo coeficiente de absorção de irradiação solar. Savastano et al. (1997), analisando o desempenho térmico de coberturas de aviários comerciais em São Paulo – Brasil, concluíram que a telha de cimento amianto, pintada de branco na sua face externa, apresentou melhores resultados quanto ao conforto térmico, que a telha de cimento amianto sem pintura. Nããs et. al. (2001), avaliando características térmicas de coberturas para aviários, no período de verão e no horário considerado o mais quente (14h), descreveram para telhas de amianto pintadas de branco, valores de 64,3% de umidade relativa, de índice de temperatura do globo negro e umidade e $475,19 \text{ W/m}^2$ para carga térmica radiante. O uso de pintura branca nas telhas de cimento-amianto pode promover a reflexão de cerca de 70 a 88% dos raios solares, dependendo da natureza da tinta (KOENISBERGER et al., 1977).

2.2 INFLUÊNCIA DAS INSTALAÇÕES NO CONFORTO TÉRMICO ANIMAL

A ambiência animal refere-se às relações entre o animal e o ambiente que o cerca. É conhecimento necessário ao projetista de instalações, cujo objetivo deve ser o de minimizar os efeitos maléficos de valores extremos dos elementos do clima, como radiação solar, umidade relativa, temperatura e circulação do ar.

O conforto térmico de uma edificação depende de fatores como: calor interno produzido pelos animais, calor que penetra na construção por incidência solar, calor trocado por condução através de paredes e teto e as trocas térmicas convectivas de aquecimento ou resfriamento provocadas pela ventilação. A utilização de materiais de alto poder de reflexão e que apresentem grande inércia térmica é recomendável, pois será reduzida a carga térmica e retardar-se-á a penetração de calor na edificação. A seleção do material para cobertura é, portanto, de grande importância para o conforto térmico das instalações (PADILHA et al., 2001).

Os materiais e elementos construtivos exercem controle sobre o ambiente interno em razão das suas propriedades térmicas e mecânicas. Fenômenos tais como absorção, transmissão e reflexão da radiação solar, bem como condução e inércia térmica são quantificados por meio das grandezas físicas dos materiais componentes da construção (SEVEGNANI et al., 1994; OLIVEIRA P. A. V. et al., 1995; RODRIGUES e NÃÃS, 1999). Neste sentido, alguns fatores

são importantes, como: materiais utilizados na construção das instalações, densidade animal e geometria da construção.

Instalações adequadas favorecem a eficiência alimentar, a produtividade, o desenvolvimento dos animais, o controle de enfermidades e de parasitas. O estresse térmico dos animais, no período de verão, pode ser reduzido consideravelmente, protegendo o animal da radiação solar direta. Isso pode ser conseguido por uma cobertura que apresente elevado isolamento térmico e alto poder de reflexão da radiação solar (MOURA et al., 1992; BAÊTA et al., 1992).

Na hora de construir, é preciso levar em consideração os altos níveis de temperatura e umidade, além de buscar o manejo que melhor se adequa as características e aos objetivos da propriedade e também às qualidades do rebanho (MACHADO, 1999). Estruturas agropecuárias devem ser desenvolvidas levando-se em consideração fatores como: aptidão climática, materiais de construção, além de técnicas construtivas não convencionais, pois atualmente mais de 50% do investimento numa criação intensiva e semi-intensiva está concentrado na construção de abrigos para os animais.

Ao nível do edifício, os fatores que interferem na modificação das condições ambientais são as paredes, altura do pé-direito, piso e principalmente o material de cobertura, que recebe toda a radiação solar incidente e é o maior responsável pelo microclima gerado dentro da edificação (GHELFI FILHO et al., 1992).

Atualmente existem diversas formas de melhorar o desempenho das coberturas, como o uso da pintura branca na superfície externa das telhas de cimento amianto que promove a reflexão da radiação solar e, com isto, acarreta a redução na quantidade de calor gerado por meio da cobertura. Desta forma, será menor o fluxo térmico e melhores serão as condições de conforto térmico (SEVEGNANI et al., 1994; SOUZA, 1997).

Segundo Tônus (1999), a pintura dos telhados com tinta branca reduz a temperatura interna das instalações em aproximadamente 2°C. Esta pintura pode ser feita tanto com cal quanto com látex branco, já que ambas apresentam o mesmo efeito, com uma diferença apenas na manutenção. Também Savastano Júnior et al., (1997) constataram a eficiência térmica estatisticamente superior de telhas de fibrocimento com pintura de branco à base de cal e fixadores, com demonstração de sua viabilidade econômica.

2.3 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO

As instalações devem ser planejadas de modo a proporcionarem as melhores condições possíveis de conforto térmico aos animais. Com o objetivo de determinar níveis de conforto térmico, nas condições ambientais, diversos índices tem sido desenvolvidos. Esses índices são dependentes de vários parâmetros interrelacionados, denominados parâmetros de conforto. Dentre eles, os parâmetros ambientais mais importantes são a temperatura, a umidade relativa do ar, a velocidade dos ventos e a radiação do ambiente, a qual pode ser caracterizada pela temperatura radiante média e/ou pelas temperaturas superficiais dos elementos que circundam o ambiente (MARTA FILHO, 1993).

Os índices de conforto térmico, segundo Moura e Nããs (1993), apresentam, em uma única variável, tanto os fatores que caracterizam o ambiente térmico que circunda o animal, como o estresse que tal ambiente possa estar exercendo sobre ele.

Uma classificação dos índices de conforto térmico foi proposta por Nããs (1989), de acordo com a maneira com que eles foram desenvolvidos:

- Índices biofísicos: são aqueles baseados nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, correlacionando os elementos de conforto com as trocas de calor que os originam.
- Índices fisiológicos: são aqueles que se baseiam nas relações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura ambiente, temperatura radiante média, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos.
- Índices subjetivos: são os que se baseiam nas sensações subjetivas de conforto, experimentadas nas condições em que os elementos de conforto térmico variam (LOPES, et al., 2000).

Para Bedford e Warner (1934), o termômetro de globo negro é uma maneira de avaliar os efeitos combinados de radiação, convecção, e sua influência no organismo vivo. Segundo Sevegnani (1997), a temperatura de globo negro também é muito utilizada como parâmetro para a avaliação das condições internas das instalações

2.4 ELEMENTOS METEOROLÓGICOS

2.4.1 Temperatura ambiente - bulbo seco (Tbs)

Para regiões predominantemente quentes, como o estado de Goiás, a edificação deve contribuir no sentido de minimizar a diferença entre as temperaturas externas e internas das instalações.

A temperatura do ar é a principal variável do conforto térmico. A sensação de conforto baseia-se na perda de calor do corpo pelo diferencial de temperatura entre o animal e o ambiente, complementada pelos mecanismos termorreguladores. O calor é produzido pelo corpo através do metabolismo e sua perda é menor em temperaturas elevadas do que em temperaturas mais baixas (GOMES, 2007).

Devido a sua fácil obtenção e uso, a temperatura ambiente destaca-se como um indicador das condições térmicas ambientais, além de servir como base para determinar as características climáticas regionais, através do estudo das médias durante determinado período (JENTZSCH, 2002).

2.4.2 Umidade relativa do ar (UR)

O ar, a uma determinada temperatura, somente pode conter certa quantidade de vapor de água. Pela lei dos gases perfeitos ($PV = mRT$), verifica-se que em condições de pressão constante, o volume de uma massa de ar é diretamente proporcional à uma temperatura ($V = mRT/P$). Portanto, o volume do ar se contrai expande com a variação de temperatura. Essa variação de volume impõe um limite à quantidade de vapor d'água que pode ser retida pelo volume. Quanto maior a temperatura, maior essa quantidade. Logo, a quantidade máxima (saturante) de vapor d'água pode ser descrita por uma função da temperatura ambiente.

A pressão exercida pelo teor saturante do vapor d'água (e_s) e sua dependência da temperatura pode ser discutida pela equação de Tétens (Equação 1).

$$e_s = 0,611 * 10 ^ [(7,5*Tbs)/(237*3+Tbs)] \quad (1)$$

sendo:

e_s = pressão saturante de vapor d'água (KPa);

T_{bs} = Temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$).

$$e_a = e_{sT_{bu}} - A * P_{atm} (T_{bs} - T_{bu}) \quad (2)$$

sendo:

e_a = pressão parcial do vapor d'água (KPa);

A = coeficiente psicrométrico;

P_{atm} = pressão atmosférica (KPa);

T_{bs} = Temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$);

T_{bu} = Temperatura de bulbo úmido ($^{\circ}\text{C}$).

$$UR = (e_a/e_s)*100 \quad (3)$$

sendo:

UR = umidade relativa do ar (%);

e_s = pressão saturante de vapor d'água (KPa);

e_a = pressão parcial do vapor d'água (KPa);

Quando este valor máximo, para umidade, é atingido diz-se que o ar está saturado. Ultrapassado este limite, ocorre a condensação, no qual o vapor excedente passa ao estado líquido, provocando o aumento da temperatura da superfície onde ocorre a condensação.

Estes processos dão lugar a troca latente (úmida): um corpo perde calor por evaporação que será ganho por aquele no qual se produz a condensação. A umidade aliada à velocidade do ar intervém na perda de calor por evaporação.

De acordo com SAINSBURY (1971) e YOUSEF (1985), de forma geral, a faixa de umidade relativa (UR) que resulta em maior desempenho animal, ocorre entre 50 e 70%. Já para MEDEIROS (2001), a máxima produtividade para as condições climáticas brasileiras é obtida na faixa de 50 a 80%.

2.4.3 Velocidade do vento (V)

O vento pode ser definido como o movimento normal do ar, que ocorre em razão das diferenças de pressão causadas pela ação dinâmica do vento, ventilação dinâmica, ou devido as diferenças de temperatura entre dois meios considerados que ocasiona o deslocamento de massas de ar, ventilação térmica. É influenciado pela altitude, pela topografia e pela rugosidade do solo. Regiões de topografia acidentada desviam o vento alterando sua direção e velocidade, ou podem canalizá-lo, aumentando então sua velocidade. Sua fluidez permite que sua trajetória seja comparada à trajetória das águas pluviais (GOMES, 2007).

O movimento de massas de ar é utilizado para ventilação natural, porém, dependendo da ação e das características do vento, podem ocorrer alguns efeitos prejudiciais, principalmente associado a baixas temperaturas.

Segundo SAINSBURY (1971) e YOUSEF (1985), de maneira geral, a faixa de velocidade do ar (V), que contempla um melhor desempenho animal, ocorre entre $0,5 \text{ ms}^{-1}$ e $1,5 \text{ ms}^{-1}$. Para MEDEIROS (2001) no entanto, a máxima produtividade é alcançada a velocidade do ar de $1,5$ a $2,5 \text{ ms}^{-1}$.

2.4.4 Temperatura de globo negro (Tgn)

A temperatura de globo negro é medida por um termômetro de globo negro ou globo de Vernon, que indica os efeitos combinados da temperatura absoluta do ar, da velocidade do vento e da radiação, podendo ser utilizado para determinação da carga térmica de radiação (CTR). O termômetro de globo negro padrão consta de uma esfera oca de cobre, com $0,15 \text{ m}$ de diâmetro e $0,0005 \text{ m}$ de espessura, é pintado externamente com duas camadas de tinta preta fosca, em cujo interior aloja-se um termômetro ou termopar, que fornece a temperatura de globo negro (MORAES, 1999).

Com o uso do termômetro de globo negro é possível calcular o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), com a finalidade de caracterizar o nível de conforto térmico ambiental. O ITGU é baseado nas medidas da temperatura de globo negro, temperatura de ponto de orvalho e temperatura de bulbo seco.

De acordo com Buffington et al., (1981), o índice de conforto mais comum existente é o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), desenvolvido originalmente por Thom (1959). O mesmo autor afirma que o ITGU é um indicador mais preciso do conforto térmico animal e da produção animal, quando comparado ao índice de temperatura e umidade (ITU) em condições ambientais onde a radiação solar, ou a velocidade do vento, são altas. Em condições de moderada radiação solar, o ITGU e o ITU são igualmente eficientes, como indicadores do conforto térmico do animal. O ITU combina num único valor os efeitos da temperatura e da umidade relativa do ar.

O termômetro de globo negro constitui, ainda um meio prático de separar e determinar quantitativamente a componente energia radiante do ambiente, de uso já consolidado nas pesquisas atuais (BOND; KELLY, 1955).

A carga térmica de radiação (CTR) é a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante. Esta definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (BOND; KELLY, 1995). Estudos recentes mostram que é necessário reduzir, além da CTR incidente sobre as coberturas, a CTR interna das instalações, com materiais de cobertura que sejam bons refletores da CTR incidente e bons absorventes da CTR interna das instalações (ABREU; ABREU, 2001).

Conforme Baêta e Souza (1997) a redução da carga térmica de radiação e dos efeitos danosos desta sobre o animal depende do material utilizado para a confecção da cobertura. Esta redução pode ser conseguida por meio de materiais de alto poder reflectivo, com grande inércia térmica e com propriedades isolantes. O uso de coberturas, independente do material, pode reduzir cerca de 30% ou mais a CTR, quando comparada à carga recebida pelo animal ao ar livre.

Dentre as possíveis estratégias para a redução da CTR no interior de instalações zootécnicas, pode-se fazer uso de diferentes materiais de cobertura (MORAES, 1999), inclinações de telhado (YANAGI JUNIOR et al., 2001), pinturas de telhado (TINÔCO, 2001) e uso de forros (COSTA, 1982; CAMPOS, 1986).

2.5 ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO

A norma ABNT Desempenho Térmico de Edificações estabeleceu uma subdivisão das condições climáticas brasileiras para projeto em oito zonas bioclimáticas. A Figura 1 mostra o zoneamento bioclimático do Brasil apresentado pela ABNT NBR 15220-3 (2005).

São oito zonas bioclimáticas definidas de acordo com o clima e com as necessidades humanas de conforto. Para cada zona, são relacionadas as estratégias consideradas adequadas para adoção nas edificações.

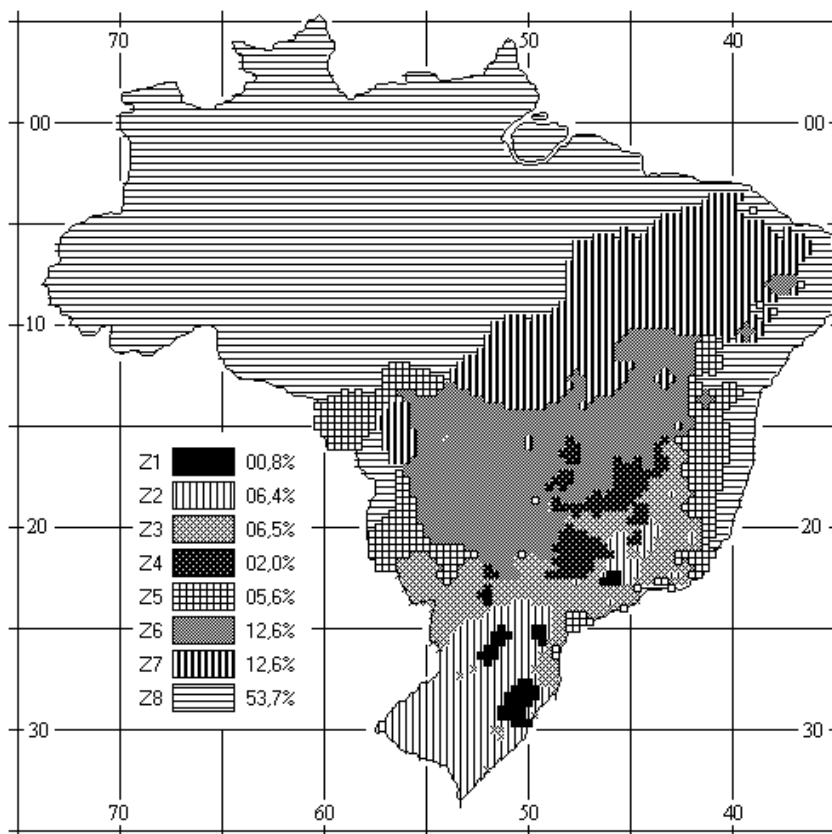


FIGURA 1 – Zoneamento bioclimático brasileiro.

Para cada zona bioclimática, destaca-se uma cidade:

- Z1 – Caxias do Sul, RS;
- Z2 – Ponta Grossa, PR;

- Z3 – Florianópolis, SC;
- Z4 – Brasília, DF;
- Z6 – Goiânia, GO;
- Z7 – Picos, PI;
- Z8 – Belém, PA.

Para as zonas Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 e Z6 é recomendado o uso de cobertura do tipo leve (com menor inércia térmica) e isolada (uso de algum isolante térmico para aumentar a resistência térmica), para a zona Z7, cobertura pesada (com maior inércia térmica) e para a zona Z8, cobertura do tipo leve e refletora (superfície de baixa absorvância, p. ex.: cores claras ou alumínio polido). Para as zonas Z1 e Z2 é recomendado o uso de paredes externas leves (com maior inércia térmica), para as zonas Z3, Z5 e Z8 paredes leves e refletoras (superfícies de baixa absorvância) e para as zonas Z4, Z6 e Z7, paredes pesadas (com maior inércia térmica).

Quanto ao tamanho das aberturas para ventilação, ou seja, a área efetiva de abertura, recomenda-se para as zonas, Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 e Z6, aberturas médias ($15% < \text{área de piso} < 25%$), para a zona Z7, aberturas pequenas ($10% < \text{área de piso} < 15%$) e para a zona Z8, aberturas grandes ($\text{área de piso} > 40%$).

Nas estratégias de condicionamento térmico é previsto que para as zonas Z1 e Z2 será necessário o uso de aquecimento artificial durante o período mais frio do ano, bem como para as zonas Z7 e Z8 será necessário o uso de resfriamento artificial para que sejam alcançados os parâmetros de conforto adotados para o restante do país.

2.6 ZONA DE CONFORTO TÉRMICO

Pode-se definir zona de conforto térmico como sendo uma estreita faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menor gasto energético, a produção de calor é mínima e a termoneutralidade é mantida por uma pequena perda de calor para o ambiente, sem que estejam atuando mecanismos de conservação ou dissipação de calor. Assim, na zona de conforto térmico, a fração de energia utilizada para termogênese é mínima e a energia de produção é máxima (MACARI; FURLAN, 2001).

Na Figura 2, observa-se que a Zona de Conforto Térmico é limitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos B e B'; a Zona de Homeotermia, pelas temperaturas dos pontos C e C'; e a Zona de Sobrevivência, pelas temperaturas dos pontos D e D'. Nas temperaturas situadas na faixa limitada pelos pontos A e D, o animal apresenta estresse por frio e nas de A' a D', por calor. A temperatura efetiva ambiental do ponto B é a Temperatura Crítica Inferior (TCI) abaixo desta, a animal aciona seus mecanismos termorregulatórios para incrementar a produção e a retenção de calor corporal, compensando a perda de calor para o ambiente, que se encontra frio. Nessa faixa, a capacidade do animal de aumentar a taxa metabólica torna-se relevante para a manutenção do equilíbrio homeotérmico. Para temperaturas efetivas ambientais abaixo daquela definida no ponto C, o animal não consegue mais balancear a sua perda de calor para o ambiente e a temperatura corporal começa a declinar rapidamente, acelerando o processo de resfriamento. Se o processo continua por muito tempo ou se nenhuma providência é tomada, o nível letal D, é atingido e o animal morre por hipotermia.

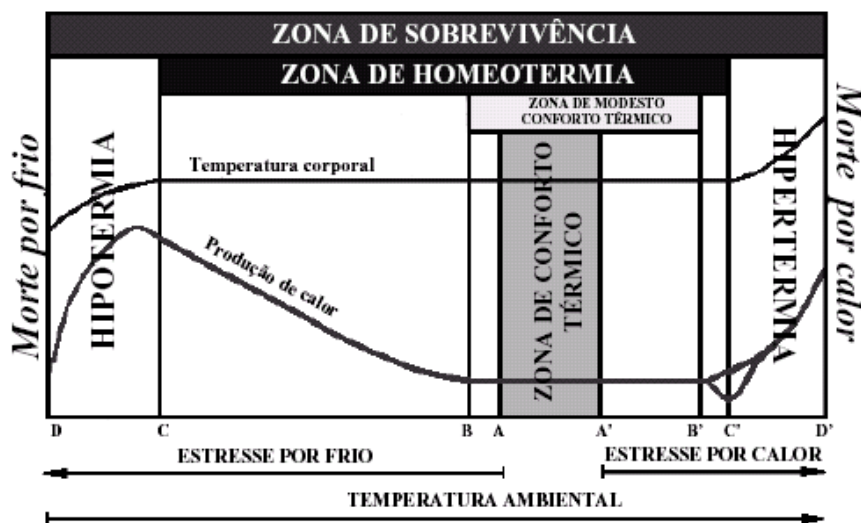


FIGURA 2 – Representação esquemática simplificada das temperaturas efetivas. Adaptado de Curtis (1983).

A temperatura efetiva ambiental do ponto B' é denominada Temperatura Crítica Superior (TCS). Acima dessa temperatura o animal aciona seus mecanismos termorregulatórios para auxiliar a dissipação do calor corporal para o ambiente, uma vez que, nessa faixa, a taxa de produção de calor metabólico normalmente aumenta, podendo ocorrer aumento da temperatura corporal. Nessa faixa, entram em ação mecanismos de defesa física contra o calor, como a ofegação. Quando a temperatura ambiental atinge o ponto C', por mais que esses mecanismos

funcionem, não conseguem obter o resfriamento necessário para a manutenção do equilíbrio homeotérmico e a temperatura corporal aumenta cada vez mais. Na temperatura ambiental do ponto D', o animal morre por hipertermia. Na zona de hipertermia, os mecanismos de controle da temperatura não são capazes de providenciar suficiente resfriamento para manter a temperatura corporal em seu nível normal.

Segundo CURTIS (1983), citado por BAÊTA e SOUZA (1997), o intervalo de temperatura da zona de conforto térmico (ZCT) para bovinos recém-nascidos está compreendido entre 18°C a 21°C, sendo que a temperatura efetiva crítica inferior é de 10°C e a temperatura efetiva crítica superior de 26°C.

2.7 BEM-ESTAR ANIMAL

Dentre as definições mais aceitas para bem-estar animal está a de BROOM (1986), em que “bem-estar de um indivíduo é seu estado em relação às suas tentativas de se adaptar ao seu ambiente”.

Uma forma de colocar em prática o conceito de bem-estar animal é a verificação do grau de dificuldade que este animal demonstra na sua interação com o ambiente. As ferramentas das quais dispõe para contornar inadequações presentes em seu meio são utilizadas mais intensamente à medida que aumenta o grau de dificuldade encontrado. Estes instrumentos para enfrentar as dificuldades têm em sua grande maioria um caráter fisiológico ou comportamental. Consequentemente, certas alterações da fisiologia e/ou do comportamento de um animal podem ser indicativas de comprometimento de seu bem-estar. Tais alterações podem ser medidas de forma objetiva e constituem uma importante estrutura de avaliação do bem-estar (MOLENTO, 2005).

2.8 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS

Os animais se comportam segundo determinados padrões. Esses padrões são definidos como um segmento organizado de atitudes que possui uma função especial. Pode ser um ato

único ou uma série de atividades e, usualmente representam uma resposta do animal a algum estímulo ambiental. Uma dada alteração ambiental estimula mais de uma resposta comportamental, mas o animal aprende a usar aquela que mostra ser mais eficiente. Os animais exibem seus padrões de comportamento ciclicamente, uma vez que estes ocorrem em respostas aos desafios externos e internos, muitos dos quais seguem ciclos regulares (CURTIS, citado por PIRES et al., 1998b).

O estresse calórico pode ser evidenciado por alterações no comportamento animal. Em alguns casos, mudanças nos padrões do comportamento são as únicas indicações de que o estresse está presente (PIRES et al., 1998a).

2.8.1 Temperatura Retal

A temperatura corporal resulta do equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo, isto é, do equilíbrio entre a quantidade de calor produzida no organismo, ou por ele absorvida, e a quantidade liberada para o ambiente. A temperatura corporal é um evento biológico de ocorrência periódica, obedecendo a um ritmo ou ciclo circadiano, ou seja, um ciclo que se repete a cada 24h, com máxima entre 17h e 19h e a mínima entre 4h e 6h (BACCARI JR, 2001). A capacidade do animal de resistir às condições de estresse calórico tem sido avaliada fisiologicamente por alterações na temperatura retal e frequência respiratória.

O equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo pode ser inferido pela temperatura retal (TR). A medida da temperatura retal é usada frequentemente como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes, pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes (MARTELLO, 2002).

Segundo Martello (2002), a temperatura retal sofre interação com a hora do dia, apresentando um maior valor durante o período da tarde em relação ao da manhã, variando também com a categoria animal sendo que as novilhas apresentam na maior parte do dia, temperaturas retais maiores em comparação às vacas.

A temperatura retal normal da vaca leiteira, em termoneutralidade e em repouso, varia entre 38°C e 39,5°C (BACCARI JR., 2001).

2.8.2 Frequência respiratória

Na defesa contra o estresse pelo calor, os bovinos recorrem a mecanismos adaptativos fisiológicos de perda de calor corporal para tentar evitar a hipertermia. Assim, aumentam a frequência respiratória (FR), apresentando taquipnéia, como complemento ao aumento da taxa de produção de suor (taxa de sudorese), constituindo ambos, importantes meios de perda de calor do corpo por evaporação (termólise evaporativa respiratória e cutânea). A taquipnéia é o primeiro sinal visível como resposta ao estresse pelo calor, embora se situe em terceiro lugar na sequência dos mecanismos de adaptação fisiológica, pois a vasodilatação periférica e o aumento da sudorese ocorrem previamente (BACCARI JR., 2001).

A perda de calor pelo trato respiratório, assim como pela pele, implica em um processo de mudança de estado físico, de líquido para vapor, o que ocorre com o ar umedecido nas vias respiratórias superiores, assim como com o suor. Tal processo se torna possível devido ao calor latente de vaporização. O gasto de energia dispendido pelas vacas para eliminar calor do corpo, principalmente pelo aumento da frequência respiratória e, também, pelo trabalho das glândulas sudoríparas para produzir mais suor, é um dos fatores que explica a menor produção de leite sob estresse térmico, pois parte da energia do organismo é desviada do processo produtivo para a manutenção da homeotermia (BACCARI JR., 2001).

Segundo Hahn (1989), que trabalhou com vacas leiteiras, a frequência de 60 mov.min^{-1} indica animais com ausência de estresse térmico ou que este é mínimo, mas quando ultrapassavam 120 mov.min^{-1} refletem carga excessiva de calor e, acima de 160 mov.min^{-1} , medidas de emergência devem ser tomadas, como, por exemplo, molhar os animais.

2.8.3 Consumo de alimento

As vacas apresentam respostas ao estresse calórico que merecem destaque, como a redução da ingestão de alimentos. Essa reação, relacionada diretamente ao nível metabólico e à produção de calor, é a grande responsável pela redução na produção de leite, como pode ser observado na Tabela 1.

TABELA 1 - Valores médios para vaca europeia em ambiente confortável e aquecido.

Variável	18°C	30°C
Produção de calor metabólico (kcal/hora)	841	629
Temperatura retal (°C)	38,6	39,9
Frequência respiratória (mov/min)	32	94
Consumo de água (kg/dia)	57,9	74,7
Taxa de sudorese (g/m ² /h)	94,6	150,6
Taxa respiratória (g/m ³ /h)	60,6	90,0
Consumo de concentrados (kg/dia)	9,7	9,2 (-5,1%)
Consumo de feno (kg/dia)	5,8	4,5(-22,4%)
Produção de leite (kg/dia)	18,4	15,7(-14,6%)
Massa corporal (kg)	486	482

Fonte: Adaptado de McDowell, citado por Titto et al., 1998.

Experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite, com vacas Holandesas confinadas em *freestall* mostraram que, num período de observação referente a três anos, o tempo médio despendido com alimentação foi de 5h e 10 min no inverno, e 4h e 25 min no verão. Considerando o tempo total de 24h, os animais permaneceram 21% do tempo alimentando-se, no inverno, e 18% no verão (PIRES et al., 1998b).

Em um experimento conduzido por Frazzi et al., (1998), em que os animais permaneciam sob ambiente climatizado ou não durante os meses mais quentes do ano, foram verificadas diferenças no comportamento. Os animais mantidos em ambiente climatizado permaneceram por longos períodos descansando nas camas do *freestall* ou nas áreas adjacentes aos cochos de alimentação, semelhante ao que ocorre, quando as temperaturas são mais amenas. Sob condição de estresse, os animais tenderam a permanecer no interior do *freestall* nas horas mais quentes do dia para obter abrigo dos raios solares, permaneceram por mais tempo em pé do que deitados e reduziram as atividades físicas (mais tempo em ócio).

2.8.4 Consumo de água

Um dos mecanismos de termorregulação é o aumento da ingestão de água. O organismo dos animais é constituído em peso por, aproximadamente, $2/3$ de água. Tal fato mostra a importância da presença da água em todos os processos vitais e a necessidade de oferecê-la em quantidade suficiente e qualidade desejável, qualquer que seja o tipo de criação (MACARI, 1995).

A água, por apresentar elevado calor específico, pode absorver o calor liberado na reação de queima de carboidratos e gorduras. Além disso, evapora-se rapidamente, removendo muitas unidades calóricas do organismo. A água é o nutriente necessário em maior quantidade e possui propriedades físicas que lhe permitem atuar como meio de transporte para os demais nutrientes e produtos do metabolismo, além de intensificar as reações celulares (SGUIZZARDI, 1979). A água ingerida tem como função nutrir o tecido celular e compensar as perdas ocorridas pelo leite, fezes, urina, saliva, evaporação (suor e respiração), atuando na manutenção da homeotermia, regulando a temperatura do corpo e dos órgãos internos (CAMPOS A.T.A., 2003).

O animal dispõe de mecanismos para combater a elevação da temperatura corporal, como o aumento da frequência respiratória, sudação, redução da ingestão de alimentos, aumento da ingestão de água e diminuição da atividade nas horas mais quentes do dia. O aumento na ingestão de água em condições de estresse calórico visa a reposição das perdas sudativas e respiratórias, além de um possível resfriamento corporal, através do contato direto com as mucosas do trato digestivo (TITTO et al., 1998).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N. Princípios de conforto térmico ambiental na concepção de sistemas de produção agroecológicos. In: FIGUEIREDO, E. A. P.; ÁVILA, V. S. **Produção Agroecológica de Frangos de Corte e Galinhas de Postura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001, p. 60-75.

BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 25.

BAÊTA, F.C.; PELOSO, E.J.M.; CAMPOS, A.T.; OLIVEIRA, J.L. Efeito do forro nas condições ambientais de galpões com cobertura de barro e de cimento amianto. **Engenharia na Agricultura**. Série construções Rurais e Ambiência, Viçosa, v.1, n.2, p.1-12, 1992.

BEDFORD, T.; WARNER, C.G. **The globe temperature in studies of heating and ventilation**. Industrial Health Reservach Board, 1934. p7.

BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agricultural research. **Agricultural Engineering**, California, v.36, n.5, p.251-255, 1955.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v.142, p.524-526, 1986.

BUENO, C.F.H. Bezerreiros – conforto reduz mortalidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.135/136, p.52-65, 1986.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**. v.24, p.711-714, 1981.

CAMPOS, A.T.A. **Importância da água para o gado de leite**. Disponível em: <http://www.sbz.org.br>. Acesso em: 20 de mar. de 2003.

CAMPOS, A.T.A. Determinação dos índices de conforto e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa, MG. **1986. 66p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência)** – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAMPOS, O.F.; LIZIERI, R.S. **Alimentação e manejo de bezerras de reposição em rebanhos leiteiros**. Coronel Pacheco: CNPGL/EMBRAPA, 1996.

CAMPOS, O.F. Alternativas para bezerreiros convencionais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v.12, n.135/136, p.60-65, 1986.

- COSTA E. C. **Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1982. 264 p.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Abrigos para bezerros de rebanho leiteiro**. Disponível em:
http://catalogo20.cnpia.embrapa.br/catalogo20/catalogo_de_produtos_e_servicos/arvore/CONTAG01_538_26112006103412.html# Acesso em: 16 fev. 2009.
- FRAZZI, E.; CALAMARI, L.; CALEGARI, F. Behavior of dairy cows in response to different barn cooling systems. In: INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 4., Louis, 1998. **Proceeding**. St. Louis: ASAE, 1998. p. 387-394.
- GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J.; MOURA, D. J.; CONSIGLIERO, F. R.; Índices de conforto térmico e da CTR para diferentes materiais de cobertura em três estações do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991, Londrina, **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. p.94 – 110.
- GOMES, R.C.C. **Conforto térmico para aves em diferentes coberturas utilizando materiais alternativos**. 2007. 62p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.
- HAHN, G.L. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: PROCEEDING OF THE SECOND INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 2, 1989. Iowa State University, St. Joseph, Michigan, **ASAE**, 1989. p. 285-294.
- JENTZSCH, R. **Estudos de modelos reduzidos destinados à predição de parâmetros térmicos ambientais em instalações agrícolas**. 2002. 103p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- KAWABATA, C.Y. **Desempenho térmico de diferentes tipos de telhado em bezerros individuais**. 2003. 108p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Departamento de Zootecnia, Pirassununga.
- KOENISBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S. V. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Madrid: Paraninfo, 1977. 278 p.
- LOPES, M.A. et al. Custo leite para Windows Software de Controle de Custos para a Pecuária Leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29 n.5, p.1504-1510, 2000.
- MACARI, M. Água de beber na dosagem certa. **Aves & Ovos**, São Paulo, n.6, p.40-48, 1995.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L. Ambiente na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I.J.O. **Água de beber na produção de aves em clima tropical**. Jaboticabal: SBEA, 2001. v.1, p. 31-87.

- MACHADO, P.F. Umidade: o inimigo oculto. **Revista Gado Holandês**, v.64, n.482. p21-24, 1999.
- MAGALHÃES, J. A.; TAKIGAWA, R. M.; TAVARES, A. C.. Determinação da tolerância de bovinos e bubalinos ao calor do trópico úmido. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, **Anais...**: Botucatu, 1998. p.70-72.
- MARTA FILHO, J. **Método quantitativo de avaliação de edificações para animais, através de análise do mapeamento dos índices de conforto térmico**. 1993. 149p. Tese (Doutorado) – Universidade Júlio de Mesquita/UNESP, Botucatu.
- MARTELLO, L.S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. 2002. Mestrado (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- MEDEIROS, C.M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. 2001. 125p. Tese (Tese de Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MOLENTO, C. F. M. Animal welfare and production: economic aspects. **Review. Archives of Veterinary Science**. v.10, n.1, p.1-11, 2005.
- MORAES, S.R.P. **Conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas, para diferentes coberturas, durante o verão**. 1999. 73p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001, p.81-93.
- MOURA, D.J.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I.J.O.; CONSIGLIERO, F.R. Materiais de construção: desempenho das telhas térmicas nos índices de conforto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1992, Londrina, **Anais...** Londrina, 1992. p. 114-131.
- MOURA, D.J.; NÃÃS, I.A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, 1993, Lavras, **Anais...** Lavras, 1993. p.42-46.
- NÃÃS, I.A.; SEVEGNANI, K. B.; MARCHETO, F. G.; ESPELHO, J. C. C.; MENEGASSI, V.; SILVA, I. J. O. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betumem, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.121-126, 2001.
- NÃÃS, I. A.; SILVA, I. J. O.; Técnicas modernas para melhorar a produtividade dos suínos através do controle ambiental. In: *Ingenieria Rural y Mecanización Agrária em el Âmbito Latinoamericano*. Balbuena, 1998, p. 464-472.

NÃÄS, I. A. Aspectos físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos, **Anais...** Santos: FACTA, 1994. p.111-118.

NÃÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183p.

OLIVEIRA, J.E.; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, A.N.; LUCAS JÚNIOR, J.; SANTOS, T.M.B. Efeito do isolamento térmico de telhado sobre o desempenho de frangos de corte alojados em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1427-1434, 2000.

OLIVEIRA, P.A.V.; GUIDONI, A.L.; BARONI JÚNIOR, W.; DALMORA, V. J.; CASTANHA, N. Efeito do tipo de telha sobre o acondicionamento ambiental e o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1, 1995, Curitiba, **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. p.297-298.

OTTERBY, D.E.; LINN, J.C. Advances in nutrition and management of calves and heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.64, n.6, p.1365-1377, 1981.

PADILHA, J. A. S.; TOLÊDO FILHO, R. D.; LIMA, *et al.* Argamassa leve reforçada com polpa de sisal: compósito de baixa condutividade térmica para uso em edificações rurais. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.1. p.1-11, 2001.

PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; VERNEQUE, A. M.; FERREIRA, A. M. Efeito da estação do ano sobre a temperatura retal e frequência respiratória da vaca da raça holandesa confinadas em *freestall*. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, v.50, n.6, p.747-752, 1998a.

PIRES, M. F. A.; VILELA, D.; VERNEQUE, R. S.; TEODORO, R. L. Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE. Piracicaba, 1998b. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1998b. p.68-102.

QUIGLEY, J.; Benefícios das cabanas para alojamento de bezerros leiteiros jovens. **Calf Notes # 56**, 2001. Traduzido por Maria Constanza Rodriguez.

RODRIGUES, E. H. V.; NÃÄS, I. A. Avaliação da temperatura nas superfícies internas da envoltória de uma instalação de criação de frangos de corte. **Ciência & Engenharia**, Uberlândia, v.8, n.2, p.138-142, 1999.

SAINSBURY, D. **Sanidad y alojamientos para animales**. Barcelona: Ed. Continental, 1971. 196 p.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; SILVA, I. J. A.; LUZ, P. H. C.; FARIA, D. E. Desempenho de alguns sistemas de cobertura para aviários. **Engenharia Rural**, Piracicaba v.8, n.1, p.1-11, 1997.

SEVEGNANI, K. B. **Avaliação de tinta cerâmica em telhados de modelos em escala reduzida, simulando galpões para frangos de corte.** 1997. 64p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H. SILVA, I.J. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.1, p.1-7, 1994.

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

SGUIZZARDI, T.I. A água como nutriente para as aves. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, n.830, p.22-23, 1979.

SOUZA, C.F. Instalações para bezerros. **Engenharia na Agricultura – Série caderno didático**, Viçosa: DEA, 1997, 12p.

SOUZA, C. F.; BAÊTA, F. C.; CARDOSO, R.H.; TORRES, R.A. Eficiência de diferentes tipos de bezerreiros, quanto ao conforto térmico. **Revista Gado Holandês**, São Paulo, v.60, n.417, p.19-21, 1993.

THOM, E.C. **The discomfort index.** Weatherwise, Washington, v.12, n.2, p.57- 60, 1959.

TINÔCO, I.F.F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, Campinas, v.3. n.1, p.1-26, 2001.

TITTO, E.A.; PEREIRA, A.M.F.; PASSINI, R.; BALIEIRO NETO, G.; FAGUNDES, A.C.A.; LIMA, C.G. Estudo de tolerância ao calor em tourinhos das raças Marchigiana, Nelore e Simental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA. 1998, Goiânia. **Anais...**, Goiânia: SBBiomet, 1998. p.361-366.

TÔNUS, M. Vacas produzem mais e melhor em ambientes adequados. **Revista Balde Branco**, São Paulo, v.35, n.413, p.20-27, 1999.

YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, G. S.; TEIXEIRA, V. H.; XIN, H. Prediction of black globe humidity index in poultry buildings. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 6, 2001, Louisville. **Proceedings...** Louisville: ASAE, 2001. p.482-489.

YOUSEF, M. K. Stress physiology in livestock. **Poultry Science**, Boca Raton, v.3, p.159, 1985.

**CAPÍTULO 2 – EFEITO DO MANEJO DE COBERTURA DE ABRIGOS
INDIVIDUAIS SOBRE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA BEZERROS
LEITEIROS**

1 INTRODUÇÃO

Uma forma de influenciar o ambiente térmico das instalações é o acondicionamento térmico natural, com ênfase à variação da concepção arquitetônica e dos materiais de construção (RIVERO, 1986). Dentre os materiais de construção utilizados nas instalações rurais, merecem destaque os das coberturas, os quais constituem um dos principais responsáveis pelo conforto térmico ambiental, influenciando diretamente o balanço térmico no interior das instalações (MORAES, 1999).

A maioria das pesquisas relacionadas aos materiais de cobertura para as condições brasileiras referem-se ao arrefecimento térmico, uma vez que o país apresenta verões muito quentes (ROSA, 1984). Contudo, os materiais de cobertura podem não ser simultaneamente eficientes para condições de verão e de inverno. Este fato se constitui num grande problema, uma vez que um animal jovem estressado por frio ou calor dificilmente recomporá a uniformidade e o desempenho produtivo potencial ao longo de sua vida, o que reforça a necessidade da manutenção das instalações em condições de conforto térmico, tanto no verão quanto no inverno (TEIXEIRA, 1996).

Segundo Curtis (1983), um ambiente pode ser considerado termicamente confortável para o animal quando a quantidade de calor resultante de seu metabolismo é igualmente dissipado para o ambiente e a energia de manutenção é mínima, ocorrendo, portanto, a maior eficiência produtiva. A faixa de temperatura ambiental em que tal fato ocorre é denominada zona de conforto térmico ou zona termoneutra. Para o gado leiteiro, existe grande variação na literatura sobre as temperaturas ambientais que delimitam a zona termoneutra, pois o conforto térmico também depende da adaptação do animal ao frio e ao calor, da taxa de metabolismo, do tempo de exposição e do nível de produção, além de outros parâmetros do ambiente térmico, como radiação solar, temperatura, umidade e vento (MÜLLER, 1989).

Para bovinos de origem européia, de acordo com Baêta (1985), em experimento em condições de calor para a umidade relativa igual a 50% e vento de $0,5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, a zona de conforto térmico é delimitada pelas temperaturas ambientais de 11°C e 25°C .

Com o objetivo de determinar níveis de conforto térmico, nas condições ambientais, diversos índices tem sido desenvolvidos. Esses índices são dependentes de vários parâmetros interrelacionados, denominados parâmetros de conforto. Dentre eles, os parâmetros ambientais

mais importantes são a temperatura, a umidade relativa do ar, a velocidade dos ventos e a radiação do ambiente, a qual pode ser caracterizada pela temperatura radiante média e/ou pelas temperaturas superficiais dos elementos que circundam o ambiente (MARTA FILHO, 1993).

Buffington et al. (1981), trabalhando com vacas leiteiras propuseram, com base no Índice de Temperatura e Umidade (ITU) de Thom (1959), o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU).

Desses índices, o mais empregado até à década de 80 para avaliar o ambiente térmico animal foi o ITU e na década de 90, o ITGU; sendo que este último apresenta a vantagem de incorporar em um único valor, chamado de temperatura de globo negro, os efeitos da convecção, temperatura do ar, umidade, ventilação e radiação (MEDEIROS et al., 2005). Segundo Buffington et al. (1981), nas condições ambientais em que os animais são expostos à radiação solar, o Índice de Temperatura de Globo e Umidade é o mais preciso indicador de estresse, superior ao Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Ainda observaram que a taxa de respiração e a temperatura retal são diretamente relacionadas com o Índice de Temperatura de Globo e Umidade.

Outro indicador das condições térmicas ambientais é a carga térmica de radiação (CTR), que, expressa a carga térmica radiante a que está exposto o globo negro a todos os espaços ou partes da vizinhança. A carga térmica de radiação quantifica a radiação ambiente incidente sobre o animal, com base na temperatura média radiante (TMR).

Este estudo teve por objetivo avaliar a influência do manejo de coberturas sobre índices de conforto térmico como o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e Carga Térmica de Radiação (CTR), em abrigos individuais para bezerros leiteiros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março a maio de 2009, na propriedade Fazenda Sol Dourado, atualmente, a única propriedade do estado de Goiás com beneficiamento de leite tipo A. Localizada na Rodovia GO 437, km 14 a direita 4 km, zona rural, no município de Gameleira de Goiás – GO, encontra-se na latitude 16° 25' 29,68''S e longitude 48° 48' 11,55''O, estando a cerca de 1.032 m de altitude. A classificação climática do local, segundo Köppen, é Aw, e apresenta como características mesoclimáticas o regime pluviométrico tropical semi-úmido com estação seca bem definida e regime térmico quente (NIMER, 1979).

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos: Z – cobertura de zinco galvanizado 26mm; CA – cobertura de cimento amianto 6mm e CAB – cobertura de cimento amianto 6mm pintada de branco. A Tabela 2 apresenta as características térmicas dos materiais utilizados neste experimento.

TABELA 2 – Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) dos materiais.

Material	P (kg/m ³)	λ (W/m.K)	c (KJ/kg.K)
Cimento amianto	1800-2200	0,95	0,84
	1400-1800	0,65	0,84
Zinco	7100	112	0,38

Fonte: ABNT NBR 15220-2

As diferentes coberturas foram avaliadas em abrigos com dimensões de 1,00m de largura, 1,50m de profundidade e 1,10 m de altura média (Figuras 3 e 4). As laterais foram fechadas com placas de zinco galvanizado de 26 mm de espessura. Os abrigos foram dispostos no eixo longitudinal leste – oeste, mantendo um distanciamento de aproximadamente 2 metros entre elas.

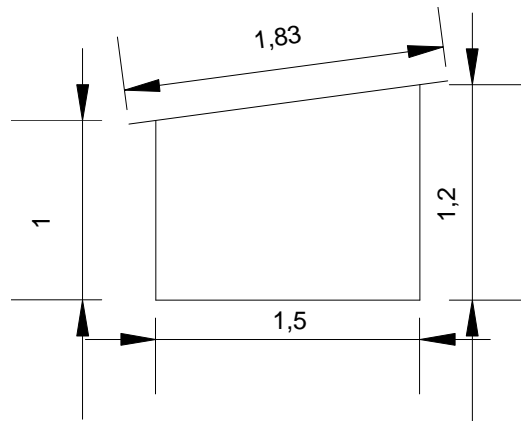


FIGURA 3 – Corte lateral do abrigo.

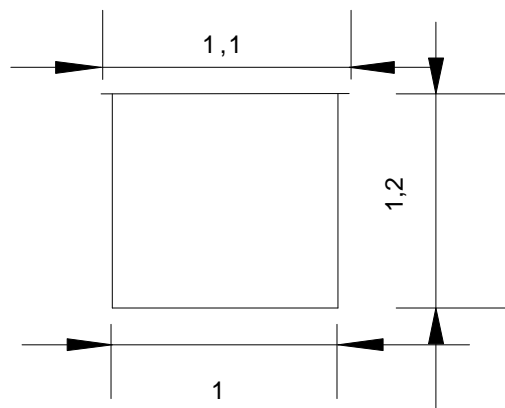


FIGURA 4 – Vista frontal do abrigo.

Dentro de cada cabana foram coletadas as variáveis ambientais: temperatura de globo negro, umidade relativa do ar e temperatura de bulbo seco. Para a obtenção da temperatura de globo negro, foram utilizados termômetros de globo, confeccionados com globos plásticos pintados com tinta preta fosca, possuindo na região central interna termômetro de mercúrio. A umidade relativa do ar e a temperatura de bulbo seco foram coletadas por meio de termohigrômetro, com escala de 0 a 100% para a umidade relativa (precisão de $\pm 1\%$), e escala de -15°C a 55°C para a temperatura ambiente (precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$). O globo negro e o termohigrômetro foram instalados no interior dos abrigos, a uma altura aproximada de 80 cm do solo, representando o centro da instalação (Figura 5).



FIGURA 5 – Globo negro e termohigrômetro instalados no interior do abrigo.

Os dados foram coletados durante 70 dias, sempre nos horários das 9:00h, 11:00h e 13:00h, tendo os dias como repetição.

Foi instalado um multímetro digital, modelo LS8000 (Figura 6), no local próximo aos abrigos, para coletar os dados ambientais externos às instalações. Os dados coletados foram, temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, velocidade do vento e ponto de orvalho. Para a velocidade do vento foi adotada a velocidade do vento local, no ambiente externo.



FIGURA 6 – Multímetro, modelo LS8000.

As Figuras 7 e 8 ilustram os tipos de cobertura.



FIGURA 7 – Abrigo com cobertura de zinco galvanizado.



FIGURA 8 – Abrigo com cobertura de cimento amianto.

À partir dos dados ambientais coletados foram calculados os índices de conforto térmico.

Para mensurar a carga térmica radiante foi calculada a Carga Térmica de Radiação (CTR, $W.m^{-2}$), conforme equação 1 proposta por ESMAY (1979):

$$CTR = \sigma(TRM)^4 \quad (1)$$

sendo:

σ = constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W. m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$); e

TRM = temperatura radiante média, K.

A temperatura radiante média (TRM) é a temperatura de uma circunvizinhança considerada uniformemente negra, de modo a eliminar o efeito de reflexão, com o qual um corpo (globo negro) troca energia de forma semelhante ao ambiente atual considerado (BOND e KELLY, 1955). A TRM é expressa pela equação 2:

$$TMR = 100[2,51 * (V)^{0,5} * (Tgn - Tbs) + (Tgn/100)^4]^{1/4} \quad (2)$$

sendo:

V = velocidade ar, m.s^{-1} ;

Tgn = temperatura de globo negro, K; e

Tbs = temperatura de bulbo seco, K.

Com a finalidade de caracterizar o nível de conforto térmico ambiental, foi utilizado o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), de acordo com a equação 3, proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = Tgn + 0,36 Tpo + 41,5 \quad (3)$$

sendo:

Tgn = temperatura de globo negro ($^{\circ}\text{C}$); e

Tpo = temperatura de ponto de orvalho, ($^{\circ}\text{C}$).

O termômetro de globo negro indica, por meio do valor lido de temperatura, os efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do ar, três importantes fatores que afetam o conforto térmico.

Os dados foram analisados estatisticamente através do programa SISVAR (*free*), aplicando o teste de Scott Knott, a 1% de probabilidade. Como premissas básicas, foi realizado o

teste de Hartley para verificação da homogeneidade das variâncias, sendo usada a transformação de raiz quadrada quando necessário, ou a transformação angular para dados expressos em porcentagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta as médias diárias obtidas nos diferentes tratamentos para índices de conforto térmico e elementos climáticos, com o respectivo coeficiente de variação e probabilidades estatísticas.

TABELA 3 - Médias de temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (Tgn), Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), Temperatura Média Radiante (TMR) e Carga Térmica Radiante (CTR).

Variáveis Ambientais	Tratamentos			Média	C.V.	Prob. F
	Z	CA	CAB			
Tbs	27,66a	25,95b	26,09b	26,57	9,38	0,0003
UR	59,37b	67,07a	68,32a	64,92	5,87	0,0019
Tgn	29,70a	27,74b	27,16b	28,20	9,83	0,0000
ITGU	81,63a	77,41b	76,84b	77,86	5,22	0,0118
TMR	304,26c	306,77a	304,37b	305,13	0,97	0,0000
CTR	523,44a	506,72b	489,28c	506,48	4,23	0,0002

Z – zinco galvanizado; CA – cimento amianto; CAB – cimento amianto pintado de branco.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 1% de probabilidade.

Foi observada diferença estatística significativa ($P < 0,01$) entre os tratamentos estudados. A cobertura de zinco apresentou as Tbs (27°C), Tgn ($29,7^{\circ}\text{C}$) e ITGU (81,63) maiores do que as coberturas de CA e CAB, as quais não diferiram entre si. Os valores de UR foram significativamente menores ($P < 0,01$) para a cobertura de Z (59%), em relação ao CA (67%) e CAB (68%).

Os resultados de Carga Térmica Radiante (CTR) e Temperatura Média Radiante (TMR) diferiram entre si para os tratamentos estudados ($P < 0,01$). A cobertura de cimento amianto pintado de branco demonstrou o menor índice de carga térmica radiante, $489,28 \text{ W.m}^{-2}$. Para o tratamento com zinco galvanizado (Z), com 26 mm de espessura, observou-se o maior índice de CTR, $523,55 \text{ W.m}^{-2}$, seguido da cobertura de cimento amianto, $506,72 \text{ W.m}^{-2}$.

Bond e Kelly (1955), Kelly e Bond (1958) e Bond et al. (1961) testaram diversos materiais para abrigo de bovinos, usando o globo de Vernon ou globo negro. Esses estudos indicaram que o melhor material de cobertura, do ponto de vista de conforto térmico, foi o sapé (camada grossa de 15 cm). O alumínio novo polido foi inferior ao pintado exteriormente de branco e interiormente de preto, a chapa de ferro galvanizado ondulado (zinco) também melhorou

muito suas características, quando pintada dessa maneira. Ao se oxidarem, tanto o alumínio como o ferro galvanizado produziram CTR mais elevada. O cimento amianto apresentou-se entre os piores materiais, porém não foi tratado com pintura branca.

Eventualmente a CTR assume um valor negativo, ou seja, que o globo está perdendo e não ganhando energia térmica, fato que pode ocorrer no interior de abrigos e construções em determinadas circunstâncias nas quais as superfícies do ambiente estejam absorvendo radiação térmica. Em um ambiente tropical o valor de CTR deve ser o menor possível, caso se deseje conforto térmico (SILVA, 2000).

Segundo Ferreira (1993), a telha de cimento amianto simples apresentou valor de ITGU às 8h maior quando comparada com as telhas cerâmicas, respectivamente 76 e 75. Às 11h e 14h a telha de cimento amianto apresentou maiores valores quanto ao ITGU em comparação a telha de zinco, alumínio, cerâmica e telha térmica (duas chapas de alumínio com poliuretano rígido expandido entre elas). No primeiro horário, os valores de ITGU foram 80 (cimento amianto), 79 (telha de zinco), 78 (telha de alumínio), 77 (telha cerâmica) e 79 (telha térmica), enquanto que no segundo horário os valores de ITGU foram 84, 83, 82, 81 e 81,5, respectivamente. Contrapondo-se a Ferreira (1993), este experimento apresentou maior valor de ITGU para a cobertura de zinco (82,35 e 84,94), quando comparado ao cimento amianto (77,46 e 79,51) e cimento amianto pintado de branco (76,87 e 78,81), nos horários das 11h e 13h, respectivamente.

A Tabela 4 apresenta os valores médios, obtidos por horário, nos diferentes tratamentos para as variáveis ambientais Tbs, UR, Tgn, ITGU, TMR e CTR.

TABELA 4 - Valores médios, obtidos por horário, nos diferentes tratamentos para as variáveis ambientais Tbs, UR, Tgn, ITGU, TMR e CTR.

Tratamento / Hora	9:00 am	11:00 am	13:00 pm
Temperatura de bulbo seco (Tbs)			
Z	25,45 aC	28,08 aB	29,49 aA
CA	23,84 bC	26,18 bB	27,92 bA
CAB	23,92 bB	26,51 bA	27,76 bA
Umidade Relativa (UR)			
Z	68,89 bA	57,54 bB	51,70 bB
CA	76,98 aA	65,70 aB	58,37 abC
CAB	77,56 aA	67,20 aB	60,20 aC
Temperatura de globo negro (Tgn)			
Z	28,31 aB	29,28 aB	31,17 aA
CA	25,50 bC	27,71 bB	29,51 bA
CAB	25,58 bC	27,14 bB	28,80 bA
Índice de temperatura e umidade (ITGU)			
Z	77,61 aB	82,35 aAB	84,94 aA
CA	74,80 aB	77,46 abAB	79,51 bA
CAB	74,89 aA	76,87 bA	78,81 bA
Temperatura média radiante (TMR)			
Z	311,43 aA	307,71 aA	310,06 aA
CA	305,68 bA	306,77 aA	307,65 abA
CAB	305,28 bA	302,47 bA	305,62 bA
Carga térmica radiante (CTR)			
Z	539,40 aA	498,22 aAB	497,14 aB
CA	510,56 bA	503,22 aA	477,02 abA
CAB	526,00 bA	509,50 bA	495,69 bA

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo considerada, para análise, letras minúsculas na vertical e letras maiúsculas na horizontal.

Z – zinco galvanizado; CA – cimento amianto; CAB – cimento amianto pintada de branco.

A temperatura de bulbo seco e a temperatura de globo negro apresentaram, para o tratamento Z, maiores valores em todos os horários analisados, 9h, 11h e 13h, diferindo-se ($P < 0,05$), estatisticamente, dos demais tratamentos, CA e CAB.

Às 9h, para todos os tipos de cobertura, a temperatura de bulbo seco permaneceu dentro da faixa de termoneutralidade, 10 °C a 26 °C (BAËTA; SOUZA, 1997), mas foi superior ao limite de 21 °C, da zona de conforto térmico (ZCT), para vacas leiteiras (BAËTA; SOUZA, 1997; MÜLLER, 1989). Os tratamentos Z e CA apresentaram temperaturas de bulbo seco crescentes nos horários 9h, 11h e 13h, contudo, a cobertura de cimento amianto pintada de branco não diferiu significativamente ($P < 0,05$) nos horários de 11h e 13h. A elevação de temperatura de bulbo seco entre os horários das 11h e 13h foi inferior para o CAB, apresentando uma diferença

de 1,25 °C, enquanto que para a cobertura de zinco galvanizado e cimento amianto essa diferença foi maior, 1,41°C e 1,74°C, respectivamente. Esse comportamento pode ser justificado pelo aumento do poder de reflexão que a cobertura com pintura branca proporciona, dando coerência ao valor de CTR encontrado neste tipo de cobertura, conforme demonstrado na Tabela 2. Segundo Tõnus (1999), a pintura dos telhados com tinta branca reduz a temperatura interna das instalações em aproximadamente 2°C. Também Savastano Júnior et al. (1997) constataram a eficiência térmica estatisticamente superior de telhas de fibrocimento com pintura de branco à base de cal e fixadores.

Em um trabalho realizado por Kawabata (2003), com abrigos individuais para bezerros leiteiros, foi encontrado, às 11h, os valores da temperatura de globo negro de 32,68°C e 31,47°C, para cimento amianto e cimento amianto pintado de branco, respectivamente, diferenciando dos valores encontrados neste trabalho que foram de 27,71°C e 27,14°C para as mesmas coberturas.

As temperaturas de bulbo seco e globo negro apresentaram maiores valores para o tratamento Z, refletindo em menores valores de UR para este tratamento, em relação a CA e CAB ($P < 0,05$) nos horários das 9h e 11h. No horário das 13h houve diferença ($P < 0,05$) entre o zinco e o cimento amianto pintado de branco, o qual apresentou maior umidade relativa. Tal fato pode ser explicado pela maior taxa de evaporação ocasionada pela elevação da temperatura de bulbo seco em Z. Contudo, a UR se encontrou dentro dos valores preconizados para a criação de bezerros leiteiros, ou seja, entre 50% e 80%, conforme Medeiros (2001).

Analisando os índices de conforto térmico ITGU e CTR, nos diferentes horários, observou-se que o tratamento CAB não diferiu ($P > 0,05$), para ambos os índices, entre os horários das 9h, 11h e 13h, enquanto que para o tratamento Z e CA houve aumento significativo ($P < 0,05$) entre os horários das 9h às 13h para ITGU. É provável que a pintura branca tenha promovido maior refletividade, emissividade na parte superior, conferindo maior inércia térmica ao material de cobertura.

Segundo Ferreira (1993), a telha de cimento amianto simples apresentou valor de CTR às 8h maior quando comparada com as telhas de barro, respectivamente 530Wm⁻² e 500Wm⁻². Às 11h e 14h a telha de cimento amianto apresentou maiores valores quanto a CTR em comparação a telha de zinco, alumínio, barro e telha térmica (duas chapas de alumínio com poliuretano rígido expandido entre elas). Neste trabalho, às 11h o CTR da cobertura de cimento amianto foi

superior à CTR da cobertura de zinco, $503,22\text{W.m}^2$ e $498,22\text{W.m}^2$, respectivamente, porém, foi inferior ao CTR da cobertura de cimento amianto pintado de branco, $509,50\text{W.m}^2$.

Para a CTR, as coberturas de cimento amianto e cimento amianto pintado de branco também não diferiram entre os horários 9h, 11h e 13h.

Kawabata (2003) encontrou um ITGU para o cimento amianto e o cimento amianto pintado de branco, às 11h, de 83,34 e 81,91, respectivamente, sendo estes, valores superiores ao encontrado nesta pesquisa, 77,46 e 76,87, concomitantemente.

Silva et al. (1990) apresentaram valor de ITGU para o telhado de cimento amianto de 84,87 às 11h e de 87,24 às 14h, mostrando que esse tipo de cobertura ofereceu um desconforto animal. Já Sevegnani et al. (1994) apresentaram valores de ITGU para o mesmo tipo de telhado igual a 76,50 às 8h, de 80 às 11h, de 83 às 14h e de 73 às 17h. Considerando o horário das 11h e os valores encontrados por Silva et al. (1990) e Sevegnani et al. (1994), pode-se afirmar que os valores para este trabalho, foram inferiores aos já encontrados. Este fato pode ter ocorrido pela diferença dos dados climáticos, entre as diferentes regiões onde foram conduzidos tais estudos. A Tabela 5 apresenta os valores médios obtidos para as variáveis ambientais, Tbs, UR, V e Tpo, externas aos abrigos.

TABELA 5 – Valores médios, obtidos por horário, para as variáveis ambientais externas aos abrigos, Tbs, UR, V e Tpo.

Variáveis ambientais /Horário	9h	11h	13h
Tbs (°C)	27,5	29,6	31,2
UR (%)	66,0	56,3	52,1
V (m/s)	4,9	4,7	4,0
Tpo (°C)	21,7	22,8	23,7

Tbs – Temperatura de bulbo seco; UR – Umidade relativa; V – Velocidade do vento; Tpo – Temperatura de ponto de orvalho.

4 CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo pode-se concluir que, o manejo de pintura branca sobre a telha de cimento amianto promoveu maior desempenho térmico do material de cobertura favorecendo o ambiente da instalação, proporcionando um ambiente com melhores índices de conforto térmico com menor carga térmica de radiação.

A cobertura de zinco galvanizado foi o abrigo que mostrou um ambiente mais desconfortável ao animal, com a maior CTR.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F.C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season.** 1985. 218p. (Ph.D thesis) - University of Missouri - Columbia.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal.** Viçosa: UFV, 1997. 246 p.

BOND, T.E.; KELLY, C.F. The globe thermometer in agricultural research. **Agric. Engineering.** v.36, p. 251-260, 1955.

BOND, T.E.; GARRET, W.N.; HAHN, G.L. Livestock shades. **Calif Agric.** v.15, p.7-10, 1961.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE.** v.24, p.711-714, 1981.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture.** Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409p.

ESMAY, M. L. Principles of animal environment. **Environmental Engineering in Agriculture and Food Series.** The AVI Publishing Company, Inc. 1979. 325p.

FERREIRA, R. **Comparação de vários materiais de cobertura através dos índices de conforto térmico.** Ituverava. 1993. 49p. (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia de Ituverava Dr. Francisco Maeda, Fundação Educacional de Ituverava, Ituverava.

KAWABATA, C.Y. **Desempenho térmico de diferentes tipos de telhado em bezerreiros individuais.** 2003. 108p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de São Paulo, Departamento de Zootecnia, Pirassununga.

KELLY, C.F.; BOND, T.E.; Effectiveness of artificial shade materials. **Agric. Engineering** v.39, p.758-759, 1958.

MARTA FILHO, J. **Método quantitativo de avaliação de edificações para animais, através de análise do mapeamento dos índices de conforto térmico.** 1993. 149p. (Tese de Doutorado) – Universidade Júlio de Mesquita/UNESP, Botucatu.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F., ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R.; Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte, **Engenharia na Agricultura,** Viçosa, MG, v.13, n.4, p.277-286, 2005.

MORAES, S.R.P. **Conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas, para diferentes coberturas, durante o verão.** 1999. 73p. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 421p.

RIVIERO, R. **Arquitetura e clima: condicionamento térmico natural.** 2. ed. Porto Alegre: C. Luzzatto, 1986. 240p.

ROSA, Y.B.C.J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão.** 1984. 77p. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; SILVA, I. J. A.; LUZ, P. H. C.; FARIA, D. E. Desempenho de alguns sistemas de cobertura para aviários. **Engenharia Rural**, Piracicaba v.8, n.1, p.1-11, 1997.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H. SILVA, I.J. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.1, p.1-7, 1994.

SILVA, I.J.O.; GHELFI FILHO, H.; CONSIGLIERO, F.R. Influência dos materiais de celulose no conforto térmico de abrigos. **Engenharia Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.2, p.43-55, 1990.

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

TEIXEIRA, V.H. Resfriamento adiabático evaporativo na edificação de maternidade para Suínos. 1996, 93p. (Tese Doutorado) – UNESP, Botucatu.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, Washington, v.12, n.2, p.57- 60, 1959.

TÔNUS, M. Vacas produzem mais e melhor em ambientes adequados. **Revista Balde Branco**, São Paulo, v.35, n.413, p.20-27, 1999.

**CAPÍTULO 3 – EFEITO DO MANEJO DE COBERTURA DE ABRIGOS
INDIVIDUAIS SOBRE RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO DE
BEZERROS LEITEIROS**

1 INTRODUÇÃO

O animal é uma máquina biológica que pode expressar todo o seu potencial quando trabalha em condições ambientais ótimas. Quando essas condições não são adequadas, geralmente ocorre um reflexo negativo na produtividade.

A produção de leite nos trópicos é 25% menor quando comparada à países do hemisfério norte. O problema principal está na adaptação das raças leiteiras de origem européia, que, devido a sua alta produtividade, muitas vezes sofrem problemas de alterações fisiológicas e comportamentais provocadas pelo estresse térmico, causando redução na produção de leite (PERISSINOTTO, 2003).

Os bovinos, animais homeotermos, mantêm a temperatura basal em níveis estáveis, entre 38°C e 39,5°C, controlada pelo centro termorregulador no sistema nervoso central, acionado principalmente, por células termorreceptoras localizadas na pele e órgãos internos. Informações externas do ambiente são captadas por estas células e levadas ao hipotálamo, que aciona mecanismos fisiológicos para dissipação ou conservação do calor (CURTIS, 1983).

As respostas fisiológicas de vacas leiteiras, sob condição de estresse térmico por calor, são: aumento da temperatura retal, redução na ingestão de alimentos, aumento na ingestão de água, aumento da frequência respiratória, aumento da sudorese, e redução da produção, além de modificações hormonais e baixa na fertilidade. De forma geral, o gado leiteiro sob condições térmicas estressantes aumenta a dissipação de calor na forma evaporativa (transpiração e ofegação) e reduz a quantidade de calor resultante de processos metabólicos (produção) (SILVA, 2000).

Este trabalho objetivou avaliar a influência de manejos de cobertura para abrigos individuais sobre as respostas fisiológicas de termorregulação: temperatura retal, frequência respiratória, e o desempenho animal, através do ganho de peso, consumo de alimentos e conversão alimentar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na propriedade Fazenda Sol Dourado, localizada na Rodovia GO 437, km 14 a direita 4 km, zona rural, no município de Gameleira de Goiás – GO. O período experimental teve início em março e término em maio de 2009. O experimento teve duração de 80 dias, sendo os dez primeiros dias destinados à adaptação dos animais ao manejo experimental e 70 dias para coleta de dados. O município encontra-se na latitude 16° 25' 29,68''S e longitude 48° 48' 11,55''O, estando a cerca de 1.032 m de altitude. A classificação climática do local, segundo Köppen, é Aw, e apresenta como características mesoclimáticas o regime pluviométrico tropical semi-úmido com estação seca bem definida e regime térmico quente (NIMER, 1979).

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com arranjo fatorial de tratamentos 2 x 3, sendo: dois sexos (macho e fêmea) e três manejos de cobertura (Z – Zinco, CA – Cimento Amianto e CAB – Cimento Amianto pintado de Branco).

Foram utilizados dezoito bezerros da raça Holandesa preta e branca, do nascimento aos 5 dias de idade, sendo nove machos e nove fêmeas. Os animais foram pesados ao início do experimento e distribuídos de maneira aleatória nos tratamentos. Foram fornecidos dois litros de leite duas vezes ao dia, durante todo o experimento, bem como água *ad libitum*, guardado o intervalo de uma hora, entre ambos. Ração completa peletizada foi fornecida após a primeira semana de vida, uma vez ao dia e à vontade. O consumo de alimento foi avaliado diariamente através da pesagem da ração fornecida e suas sobras, em balança com precisão de 5g.

As sobras foram amostradas semanalmente, por animal, acondicionadas em freezer para posterior análise do teor de matéria seca, corrigindo a matéria seca em relação ao alimento ingerido, calculando-se o consumo de matéria seca (kgMS/animal/dia). A secagem da ração para análise de teor de matéria seca foi realizada no Laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis – GO. As amostras foram mantidas na estufa por um período de 48 horas a uma temperatura de 65°C.

O desempenho animal foi avaliado através do ganho de peso a cada 10 dias, sempre no período da manhã, mensurado através de fita torácica, como ilustra a Figura 9. Posteriormente, foi calculado o ganho de peso diário (kg/dia). Foi calculada a conversão alimentar, através da

quantidade de alimento consumido em kgMS/animal/dia, dividida pelo ganho de peso diário (kg/dia), para cada animal.



FIGURA 9 – Pesagem animal através de fita torácica.

Os parâmetros fisiológicos analisados foram temperatura retal e frequência respiratória. Ambos foram coletados em todos os animais, a cada dois dias, sempre no horário das 14 horas, considerado como o horário de maior desconforto térmico, segundo Ferreira (1993).

A temperatura retal foi mensurada com termômetro clínico digital, permanecendo no reto do animal por aproximadamente dois minutos (Figura 10). A medida de frequência respiratória foi realizada pela contagem dos movimentos respiratórios na região do flanco, durante 30 segundos, para posteriormente calcular os movimentos respiratórios por minuto.

Os dados foram coletados a cada dois dias, totalizando 34 dias de coletas.



FIGURA 10 – Coleta de temperatura retal.

Os dados foram analisados estatisticamente através do programa SISVAR (*free*). Foram verificadas a homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos como premissas para aplicação da estatística paramétrica. Foi realizado o teste de Hartley para verificação da homogeneidade das variâncias, sendo utilizada a transformação por raiz quadrada, quando necessário. O teste de Tukey foi utilizado para comparação das médias, considerando 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um ambiente favorável, caracterizado por apresentar temperatura do ar dentro da zona de conforto térmico aliado a boas condições de umidade relativa e velocidade do ar, praticamente, não ocorre desvio de energia alimentar para manter equilíbrio térmico ou combater o estresse, seja pelo calor ou pelo frio.

Na análise dos dados foi observada interação entre sexo e tratamento ($P < 0,05$) para ganho de peso e consumo de matéria seca. A Tabela 6 mostra os valores médios obtidos para ganho de peso diário (GPD), consumo de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA) nos diferentes tratamentos e suas interações.

TABELA 6 - Médias de ganho de ganho de peso diário (GPD), consumo de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA), para os diferentes tratamentos, com as respectivas probabilidades estatísticas.

Tratamento	Sexo	GPD (kg/dia)	CMS (kgMS/dia)	CA
		Interação		
Z	Fêmeas	0,562 b	48,35 b	1,15
	Machos	1,120 a	96,91 a	1,27
CA	Fêmeas	0,667 b	66,37 a	1,45
	Machos	1,000 a	49,23 a	0,92
CAB	Fêmeas	1,000 a	64,92 a	1,42
	Machos	1,000 a	58,94 a	1,12
Efeitos Principais				
Fêmeas		0,743 b	59,88	1,34
Machos		1,039 a	68,36	1,10
Z		0,833	72,63	1,21
CA		0,841	57,79	1,19
CAB		1,000	61,93	1,27
Média		0,891	64,12	1,22
C.V.		16,66	22,46	25,46
Probabilidades				
Tratamento		0,1316	0,2248	0,8814
Sexo		0,0011	0,2357	0,1310
Sexo*Tratamento		0,0218	0,0042	0,2242

Z – zinco galvanizado; CA – cimento amianto; CAB – cimento amianto pintada de branco.

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

Houve efeito significativo de sexo ($P < 0,05$) sendo observado maior GPD nos machos, alcançando uma média de 1,039kg, em comparação às fêmeas, 0,743kg.

Conforme Sevegnani et al. (1994) o conforto do animal não é medido da mesma forma com que essa sensação se faz ao ser humano, mas sob a forma de produção ou produtividade, tendo então, o abrigo, como objetivo, dar conforto ao animal, para que este tenha melhora em seu desempenho. Quando um animal sofre estresse térmico, ou seja, produz mais calor do que dissipa, ele deixa de consumir alimentos e conseqüentemente tem menor desempenho, menor ganho de peso. Analisando a interação entre sexo e tratamento observou-se que no tratamento CAB as fêmeas não diferiram dos machos para ganho de peso, mostrando que a cobertura com o manejo de pintura branca foi capaz de igualar o desempenho dos animais, independente do sexo.

Não houve diferença significativa entre as coberturas estudadas e entre o sexo, para consumo de matéria seca ($P>0,05$), contudo houve interação entre sexo e tratamento ($P<0,05$) na cobertura de Z, onde as fêmeas apresentaram menor CMS em relação aos machos. O consumo de matéria seca para os machos foi maior, com 96,91 KgMS/dia, enquanto as fêmeas apresentaram um consumo de 48,35 KgMS/dia.

Quando a temperatura ambiente encontra-se fora da zona de conforto térmico, o desenvolvimento do animal é comprometido e a eficiência da conversão alimentar é comprometida. A queda no consumo dos alimentos, induzida pelo calor, facilita o controle da homeotermia pelo animal, principalmente nas regiões quentes, entretanto, ela normalmente representa, de forma indireta perda econômica para o produtor (TINÔCO, 2001).

No presente estudo, não se observou comprometimento de desempenho em relação aos manejos de cobertura avaliados, entretanto, CAB promoveu melhores ganhos em fêmeas, quando comparado ao CA e Z, considerando um mesmo consumo alimentar.

A Tabela 7 apresenta as médias das respostas fisiológicas para os diferentes tratamentos, com as respectivas probabilidades estatísticas.

TABELA 7 - Médias de frequência respiratória (FR), em mov/min e temperatura retal (TR), em °C para os diferentes tratamentos, com suas respectivas probabilidades estatísticas e coeficiente de variação.

Tratamento	Sexo	FR (mov/min)	TR (°C)
Interações			
Z	Fêmeas	53,53 a	39,40 a
	Machos	60,40 a	39,36 a
CA	Fêmeas	66,77 a	40,03 a
	Machos	73,73 a	39,57 a
CAB	Fêmeas	60,80 a	39,53 a
	Machos	63,63 a	39,43 a
Efeitos Principais			
Fêmeas		60,37b	39,65
Machos		65,92a	39,45
Z		56,97b	39,38
CA		70,25a	39,80
CAB		62,22b	39,48
Média		63,14	39,55
C.V.		7,63	0,71
Probabilidade			
Trat.		0,0016	0,0606
Sexo		0,0308	0,1581
Trat * Sexo		0,7055	0,3872

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

Z – Zinco Galvanizado; CA – Cimento Amianto; CAB – Cimento Amianto pintado de Branco.

Não foi observada interação entre sexo e tratamento para as respostas fisiológicas indicativas de termorregulação: frequência respiratória e temperatura retal ($P > 0,05$), contudo, foram observados os efeitos principais de sexo e tratamento ($P < 0,05$) para a frequência respiratória. Houve aumento da frequência respiratória nos machos, com $65,92 \text{ mov.min}^{-1}$, enquanto para as fêmeas foram verificados $60,37 \text{ mov.min}^{-1}$, representando uma diminuição de 8%.

Em relação ao manejo de cobertura o CA apresentou valor superior para FR (70 mov.min^{-1}), diferindo-se estatisticamente ($P < 0,01$) da cobertura de zinco ($56,9$) e da cobertura de cimento amianto pintado de branco ($62,2 \text{ mov.min}^{-1}$).

Não houve diferença ($P > 0,05$) para TR entre os tratamentos estudados. Provavelmente o aumento da frequência respiratória foi suficiente para dissipar o calor absorvido, mantendo a homeotermia dos animais.

Silanilkove (2000) sugeriu uma classificação da condição do estresse térmico em bovinos através da frequência respiratória, onde os animais que apresentam uma taxa entre 40 – 60 mov.min⁻¹ se encontram em baixo estresse, de 60 – 80 mov.min⁻¹ em médio estresse, de 80 – 120 mov.min⁻¹ em alto estresse e acima de 120 mov.min⁻¹ em estresse severo. Considerando estes resultados pode-se afirmar que os animais instalados no tratamento CA e CAB mantiveram-se em médio estresse durante o período abrigado e os animais instalados no tratamento Z estiveram em estágio de baixo estresse, isto pode ter ocorrido devido a diferença no balanço de radiação de ondas longas em relação aos demais materiais e a alta capacidade que o zinco tem de reflexão e dissipação do calor, não armazenando a CTR por muito tempo.

Martello (2002) cita que a frequência respiratória crítica para vaca é de 60 mov.min⁻¹, o que indica que apenas a cobertura de zinco propiciou um ambiente desejável em relação às respostas fisiológicas de termorregulação, já que a FR apresentou resultado menor que o valor crítico. Para a cobertura de zinco e cimento amianto pintado de branco os valores de frequência respiratória encontrados foram menores, se comparados aos encontrados por Das et al. (1999), que demonstraram valor médio de 69,91 movmin⁻¹ no horário das 14h para bezerros bubalinos.

Para a temperatura retal não houve diferença significativa ($P>0,05$) para nenhum dos tratamentos estudados não sendo observada também interação entre sexo e tratamento ($P>0,05$). Quando um animal encontra-se em estado de estresse térmico o primeiro mecanismo de termorregulação utilizado pelo animal, para manter a temperatura corporal é a frequência respiratória, para promover perda de calor por via evaporativa.

Souza et al. (1992) encontraram valores médios de temperatura retal de 39,9°C, 39,5°C, 39,7°C e 39,4°C, no período da tarde, para bezerros instalados em boxes de alvenaria dentro do estábulo, abrigos individuais móveis de telha plástica, de madeira compensada e de ferrocimento, respectivamente.

Os valores de temperatura retal nos tratamentos estudados se mostram inferiores àqueles encontrados por Das et al. (1999), que encontraram valores de temperatura retal de bezerros bubalinos, às 14h, mesmo horário coletado neste trabalho, de 39,97 °C.

No presente estudo, embora se tenha observado uma maior FR para CA, e para machos em relação às fêmeas, esse aumento na FR foi suficiente para promover a troca térmica e manter a homeotermia, tendo em vista que as temperaturas retais não se elevaram.

4 CONCLUSÕES

Os machos apresentaram maior ganho de peso diário em relação às fêmeas de modo geral, entretanto, o manejo de pintura branca sobre a cobertura favoreceu ganhos de peso semelhantes entre machos e fêmeas.

O manejo de pintura branca sobre a cobertura não influenciou o consumo de matéria seca e a conversão alimentar, contudo reduziu a frequência respiratória dos animais deste tratamento.

Os manejos de cobertura não influenciaram a temperatura retal, devido o aumento da frequência respiratória ter sido suficiente para dissipar o calor absorvido pelos animais.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409 p.

DAS,S.K.; UPADHYAY, R.C.; MANDAN, M. L. Heat stress in Murrah calves. **Livestock Production Science**, v.61, p.71-78, 1999.

FERREIRA, R. **Comparação de vários materiais de cobertura através dos índices de conforto térmico**. 1993. 49p. (Monografia em Agronomia) – Faculdade de Agronomia de Ituverava Dr. Francisco Maeda, Fundação Educacional de Ituverava, Ituverava

MARTELLO, L.S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. 2002. 67p. (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 421p.

PERISSINOTTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistemas de climatização em galpões tipo “freestall” para confinamento de gado leiteiro**. 2003. 140p (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Sci. Agri**, Piracicaba, v.51, n.1, p.1-7, 1994.

SILANIKOVE, E. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p1-18, 2000.

SILVA, R. G. **Introdução a bioclimatologia animal**. São Paulo. Nobel. 286p. 2000.

SOUZA, C.F.; BAÊTA, F.C.; CARDOSO, R.H.; TORRES, R.A.; Eficiência de diferentes tipos de bezerreiros, quanto ao conforto térmico, na primavera e no verão em Viçosa – MG. **Engenharia na Agricultura – Série construções rurais e ambiência**, Viçosa: DEA, v1, n.1, 12p., 1992.

TINÔCO, I.F.F.; Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

6 CONCLUSÕES GERAIS

- O manejo de pintura branca favoreceu o ambiente da instalação, proporcionando melhores índices de conforto térmico.
- O abrigo com cobertura de zinco galvanizado apresentou maior CTR, demonstrando um ambiente mais desconfortável.
- A cobertura de CAB não apresentou diferença no ganho de peso entre machos e fêmeas.
- Nas coberturas Z e CA o machos apresentaram maior ganho de peso em relação às fêmeas.
- O consumo de matéria seca e a conversão alimentar não diferiram entre os tratamentos estudados.
- O CA apresentou maior FR diferindo-se do CAB e Z, não havendo diferença para TR entre os tratamentos estudados.
- O aumento da frequência respiratória foi suficiente para dissipar o calor absorvido, mantendo a homeotermia dos animais.