

Análise térmica de abrigos individuais móveis e sombrite para bezerros

Alessandro Torres Campos^{1*}, Elcio Silvério Klosowski¹, Eliane Gasparino^{1,2}, Aloísio Torres de Campos^{1,3} e Wallacy Barbacena Rosa dos Santos¹

¹Grupo de Pesquisa em Ambiência do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Pernambuco, 1777, 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. ²Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ³Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência.

RESUMO. Este trabalho teve o objetivo de avaliar e analisar o ambiente térmico no interior de diferentes tipos de abrigos individuais para bezerros em períodos de primavera/verão e outono/inverno. Os tratamentos constituíram: globo negro exposto direto ao sol (T1); estrutura coberta por sombrite (T2); abrigo individual, aberto nas laterais (T3); abrigo individual, fechado em três laterais (T4). Para avaliar o microambiente dos tratamentos estimou-se o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica de Radiação (CTR). Os valores médios encontrados de ITGU foram de 91,97, 87,44, 84,03 e 84,54 para primavera/verão e de 78,46, 74,92, 72,49 e 72,40 para outono/inverno, para os tratamentos de T1 à T4, respectivamente. Não houve diferença significativa entre os tratamentos T3 e T4. Visando economia, pode-se recomendar o uso do sombrite no período de outono/inverno, e para o período de primavera/verão o mais adequado seria o bezerreiro aberto lateralmente.

Palavras-chave: ambiência, construções rurais, instalações para bovinos.

ABSTRACT. Thermal analysis of individual portable shade and shade structure for calves. This work aims at evaluating and analyze the thermal environment in different types of individual calves structures in summer and winter seasons. The treatments were consisted of: black globe directly exposed to the sun (T1); shade structure (T2); individual hut, open sides (T3); individual hut with three closed sides (T4). In order to evaluate the microenvironment of the treatments, the Black Globe and Humidity Index (BGHI) and the Radiant Heat Load (RHL) were estimated. The result was 91.97, 87.44, 84.03 and 84.54 of BGHI in Spring and in Summer, and 78.46, 74.92, 72.49 and 72.40 in Autumn and Winter, concerning T1 to T4 treatments, respectively. There was no significant difference between the treatments T3 and T4. In order to save, the use of shade structure is recommended in Autumn and Winter. The open hut would be appropriate in Spring and Summer.

Key words: environment, agricultural structures, dairy cow structures.

Introdução

A criação de bezerros é uma das atividades mais importantes da pecuária leiteira e de corte, pois dela depende a sustentabilidade dos sistemas de produção, ou seja, a renovação do rebanho. Na bovinocultura de leite, os abrigos individuais móveis (casinhas ou gaiolas) têm sido alternativa prática e econômica. Dentre as razões, destaca-se a redução dos riscos de propagação de possíveis doenças (Santos, 2001). O bezerro sofre maior risco de vida nas primeiras semanas após o parto, quando tem de vencer as hostilidades do meio ambiente. Índices de mortalidade de até 5% são considerados normais do nascimento aos 3 meses de vida e são influenciados

pelo tipo de instalação e tempo de permanência do bezerro na mesma (Santos, 1993).

De acordo com Souza (1997), os principais métodos de criação são: o sistema convencional de baias fixas em um galpão próprio ou dentro do estábulo; o sistema de abrigos individuais móveis e o sistema de liberdade, no qual os bezerros são criados soltos no pasto. Entretanto, Santos (2001) considera que tem se adotado no Brasil modelos de construções semelhantes aos existentes no exterior, sem levar em consideração as diferenças climáticas e ambientais entre os países tropicais e aqueles de clima temperado.

Bueno (1986) alerta que no Brasil, na maioria das

fazendas, a taxa de mortalidade é alta, o desenvolvimento das bezerras é lento, conseqüentemente, a idade à primeira parição é avançada.

Le Neindre (1993) considera que a limitação de espaço, dieta e ambiente social podem prejudicar o bem estar de bezerros confinados se comparados com aqueles criados a pasto. Entretanto, Haridoim (1998) adverte que bezerros em fase de aleitamento devem ser criados individualmente, alegando que o contato direto com outros animais pode transmitir doenças, considerando também que evitando-se o contato com as fezes de seus parceiros, possibilita-se o controle de diarreias, que tende a aumentar com a criação em grupos (Webster *apud* Santos *et al.*, 1993). Para Kelly *et al.* (1984), o fundamental no projeto de abrigos para bezerros é prover condições de cama seca e ar mais fresco.

Baccari Jr. (2001) afirma que diferentes tipos de bezerreiros móveis, com vários tipos de materiais de cobertura e divisórias laterais, podem ser adotados. Adverte ainda que, em abrigos individuais cercados, o bezerro permanece preso e não tem opção para buscar a sombra projetada pela cobertura. Dessa forma, recomenda-se que o abrigo seja aberto na parte anterior e o bezerro contido apenas por uma corda ou corrente fixada no solo e presa a uma coleira no pescoço do bezerro permitindo fácil acesso ao alimento e água, à sombra que se projeta fora do abrigo, na dependência da hora do dia e inclinação do sol. O autor salienta que mesmo sendo os bezerros novos mais sensíveis ao frio do que ao calor, ainda assim podem sofrer estresse térmico durante as épocas mais quentes do ano.

Para Santos (1993), o clima influencia de forma direta e indireta as condições do meio ambiente e conseqüentemente o desenvolvimento animal. A influência direta processa-se, principalmente, através da temperatura do ar, da radiação, da umidade relativa e do vento. Estes componentes climáticos condicionam as funções orgânicas envolvidas na manutenção do equilíbrio térmico do corpo.

A situação de desconforto acentua-se lentamente a partir de 21°C até 30°C. A ofegação térmica torna-se penosa e o animal perde sua capacidade de resistência e defesa (Vieira de Sá, *apud* Santos *et al.*, 1993b).

Somente em ambientes com Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) acima de 74 retratam condições desconfortáveis para os bezerros e valores de ITGU abaixo de 64 caracterizam situação de desconforto térmico por frio (Baêta, 1985).

Trabalhando com bezerros em baias, no interior

de um estábulo aberto lateralmente, Bray *et al.* (1997) determinaram ITGUs da ordem de 84 a 91, e constataram que os bezerros apresentaram taquipnéia com respiração bucal e alguns chegaram à hipertermia. Bezerros mantidos em abrigos individuais com cobertura de madeira apresentaram hipertermia da ordem de 41,4°C, tendo os valores de ITGU se mantido acima de 75, em três dias de observação.

Terosky *et al.* (1997) não observaram efeito de diferentes formatos e tamanhos de bezerreiros individuais no nível de agitação dos animais, havendo, entretanto, maior agitação por parte de animais criados em baias (em estábulo). Depararam os autores também que não houve diferença significativa dos tratamentos na taxa de crescimento dos animais. Wilson *et al.* (1999) também comparam vários formatos de bezerreiros e a utilização de baias, não obtendo diferenças consistentes, em termos de postura e comportamento dos bezerros para os tratamentos. Estes autores, assim como os anteriores, não fizeram relação nenhuma às condições térmicas do ambiente.

Williams *et al.* (1981) avaliaram 507 bezerros bubalinos, em abrigos com diferentes formatos, que proporcionavam diferentes níveis de insolação. Depreenderam pequenas, porém significativas diferenças na temperatura, umidade relativa e movimentação do ar no interior dos diversos abrigos.

Campos *et al.* (1991) compararam a criação de bezerros em abrigos individuais e duplos, em duas estações do ano como alternativa para o bezerreiro convencional. Verificaram que, no período de verão, os animais criados em bezerreiro ganharam mais peso comparados àqueles mantidos em abrigos individuais ou duplos. Entretanto, no período de inverno, não houve diferença entre os tratamentos.

Diante do exposto, evidencia-se a necessidade de estudos que avaliem a interação entre diferentes formatos, modelos e materiais de bezerreiros individuais, mediante a utilização de índices do ambiente térmico, como o ITGU, para as distintas localidades do Brasil, e para as épocas do ano, visando a obter-se informações que propiciem aos produtores, alternativas menos onerosas.

A utilização de bezerreiros individuais móveis, abertos lateralmente, utilizando-se menor quantidade de material e, por conseguinte, mais econômicos, assim como estruturas de sombrite, podem constituir alternativas viáveis para produtores, de acordo com as estações do ano.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o ambiente térmico proporcionado por diferentes

abrigos individuais para bezerros de 0 a 60 dias de idade, em função do Índice de Temperatura do Globo e Umidade e da Carga Térmica de Radiação.

Material e métodos

O experimento foi realizado na região de Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 24°33'40" Sul, longitude de 54°04'12" Oeste e altitude média de 420 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa (clima subtropical com temperaturas médias anuais variando entre 17°C e 19°C e totais de chuva entre 1.200 e 2.000 mm bem distribuídos durante o ano e verões quentes).

O experimento foi desenvolvido durante os meses de novembro e dezembro/2002 e janeiro/2003, correspondendo ao período primavera/verão e os meses de maio, junho e julho/2003, ao período de outono/inverno.

Foram utilizados 4 tratamentos:

T1: instalação de globo negro, exposto diretamente à radiação solar;

T2: utilização de sombrite, malha de 50% de sombra, aberto em todos os lados, com largura de 1,5 m, comprimento de 2,0 m e altura de 1,6 m, em substituição a abrigo individual (Figura 1). Para o experimento, as dimensões deste protótipo foram suficientes para a locação de um animal, para efeito de teste, sendo que, na prática, podem ser utilizados maiores comprimentos, possibilitando o abrigo de mais animais;

T3: abrigo individual, aberto em todas as laterais, coberto com telha de cimento amianto, modelo "Casinha Tropical" (Embrapa, s.d.), porém com cobertura de somente uma camada de telhas (Figura 2). Este modelo possui largura de 1,0 m, comprimento de 1,45 m e alturas de 1,25 m na parte mais baixa e 1,35 m na parte mais alta;

T4: abrigo individual, fechado em três laterais, coberto com telhas de cimento amianto (Campos e Lizieire, 1995) (Figura 3), com largura de 1,2 m, comprimento de 1,8 m e alturas de 1,2 m na parte mais baixa e 1,4 m na parte mais alta.

A utilização de abrigo fechado em três laterais tem a finalidade de avaliar o desempenho deste bezerreiro, principalmente em período de inverno, comparando-o com bezerreiro sem proteção lateral.

A utilização do sombrite, em substituição ao abrigo individual, tem a finalidade de avaliar a viabilidade desta técnica em comparação aos demais tratamentos, por constituir-se uma opção mais econômica e de fácil instalação.



Figura 1. Sombreamento com utilização de sombrite, malha de 50% de sombra, aberto em todos os lados (com a presença de um animal para referência das dimensões).

Os abrigos foram dispostos em local plano e gramado, orientados no sentido leste-oeste, sendo a abertura de entrada voltada para o leste.

Foi instalado no interior de cada abrigo (e externamente) um termômetro de globo negro, a uma altura de 0,70 m.

No abrigo meteorológico, instalado nas proximidades do experimento, foi instalado um psicrômetro e um termômetro de máxima e mínima, a uma altura de 1,5 m do solo.

Em cada um dos 4 tratamentos, das 9 às 17 horas, horário solar, em intervalos de 2 horas, foram coletados os dados: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, velocidade do vento (m/s) e temperatura de globo negro. A partir destes dados, foram calculados os Índices de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica de Radiação (CTR), com o objetivo de comparar os ambientes térmicos proporcionados pelos diferentes bezerreiros.



Figura 2. Abrigo individual móvel aberto nas laterais (com a presença de um animal para referência das dimensões).



Figura 3. Abrigo individual, fechado em três laterais (com a presença de um animal para referência das dimensões).

O ITGU foi obtido por (Buffington *et al.*, 1981):

$$\text{ITGU} = t_g + 0,36 \times t_{po} + 41,5 \quad (1)$$

Onde:

t_g = temperatura do globo, (°C);

t_{po} = temperatura do ponto de orvalho, (°C).

A equação proposta por Esmay (1969) para determinação da Carga Térmica de Radiação utilizada foi:

$$\text{CTR} = \sigma \times (T_m)^4 \quad (2)$$

Onde:

σ = Constante de Stefan-Boltzman, $5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$;

T_m = Temperatura radiante média.

A temperatura radiante média (T_m) foi obtida por:

$$T_m = 100 \times \left\{ 2,51 \times v^{0,5} \times ((tg + 273) - (tbs + 273)) + \left(\frac{(tg + 273)}{100} \right)^4 \right\}^{0,25} \quad (3)$$

Onde:

tg = Temperatura de globo negro (°C);

tbs = Temperatura de bulbo seco (°C);

v = velocidade do vento (m.s^{-1}).

As variáveis dependentes: ITGU e CTR foram analisadas pelo programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (Saeg) (UFV, 1996), utilizando-se um delineamento em parcelas subdivididas, sendo os tratamentos as parcelas e os horários nos quais as medidas foram tomadas as subparcelas. As médias foram testadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Período de primavera/verão

A temperatura média observada foi de 31,0°C; as médias das temperaturas máxima e mínima foram de 35,0°C e 21,6°C, respectivamente. As temperaturas máxima e mínima absolutas foram de 39,0°C e 18,0°C, respectivamente, e a umidade relativa do ar média foi de 66,5%.

Como se observa a partir dos resultados apresentados na Tabela 1, não houve diferença significativa entre os valores médios diários de ITGU para os tratamentos 3 e 4, que constituem abrigos individuais móveis, aberto nas três laterais e fechado nas três laterais, com valores de 84,03 e 84,54, respectivamente. Williams *et al.* (1981), trabalhando com diferentes formatos de bezerreiros (níveis de fechamento) e baias, promovendo diferentes níveis de insolação interior, detectaram diferenças nos valores de temperatura, umidade relativa do ar e ventilação no interior destas instalações, que consideraram muito pequenas.

O valor de ITGU estimado para o uso de sombrite (tratamento 2) foi de 87,44, se

aproximando do valor obtido para o globo totalmente exposto ao sol (tratamento 1 - controle), de 91,97. Entretanto, pela análise estatística, estes diferenciaram entre si e dos abrigos individuais móveis ao nível de 5%.

Tabela 1. Valores médios diários estimados de ITGU e CTR para os tratamentos, período de primavera/verão.

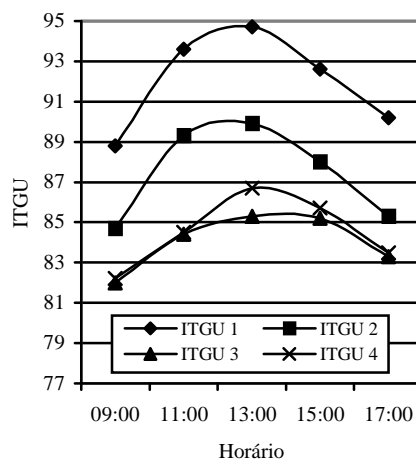
Tratamento	ITGU (adimensional)	CTR (W.m ⁻²)
T1 - globo exposto diretamente à radiação solar	91,97a	667,74a
T2 - sombrite aberto em todos os lados	87,44b	589,45b
T3 - abrigo individual, aberto em todas as laterais	84,03c	529,43c
T4 - abrigo individual, fechado em três laterais	84,54c	539,72c

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

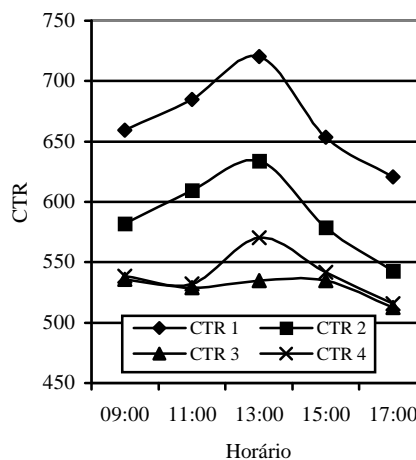
Segundo Baêta (1985), citado por Santos (1993), estudos realizados pelo National Weather Service, nos Estados Unidos, a partir de treze anos de observações, mostram que valores de ITGU até 74 definem situação de conforto; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação de perigo; e, acima de 84, emergência. Desta forma, no período de primavera/verão, todos os tratamentos apresentaram ambiente de desconforto caracterizando situação de emergência. Nota-se que, para esta região, o uso de sombrite, como alternativa de sombreamento para os animais, não seria viável, uma vez que o valor encontrado para ITGU, de 87,44 supera consideravelmente o limite de 84,00. Não é o caso, entretanto, de se generalizar para outras regiões, concluindo pela impossibilidade do uso de sombrite, haja vista que, no período estudado, as condições de verão podem ser consideradas severas, com temperatura média de 31,0°C, chegando a ocorrer temperatura máxima de 39°C.

Como se observa na Figura 4 (a), no período de primavera/verão, até mesmo os tratamentos 3 e 4, que são os bezerreiros cobertos, propiciaram um microambiente considerado desconfortável para bezerros. Os valores de ITGU superam 84, considerado como de emergência, na maior parte do dia, apresentando valores abaixo deste limite somente próximo às 9 e 17 horas. No sombreamento propiciado por sombrite, o ITGU foi maior que 84 durante todo o período. Para esta localidade, pode-se concluir que é impossível se criar os animais no sistema que Souza (1997) denomina de "liberdade", em que bezerros ficariam soltos no pasto, expostos à radiação solar, uma vez que o ITGU chegou próximo de 95. Entretanto, Glaser (2003), em experimento com bovinos da raça Angus, submetidos ao sol direto e utilizando sombreamento artificial por meio de sombrite de polietileno, observou valores de ITGU superiores a 94 para este tratamento, nos horários de 13 às 15 horas, tendo

encontrado valores de até 97 para o tratamento com exposição direta à radiação solar, na região de Pirassununga, Estado de São Paulo. Apesar de não se tratar de instalações para bezerros, os resultados indicam condição de maior estresse térmico para aquela região, utilizando-se tanto sombrite como exposição direta.



(a)



(b)

Figura 4. Estimativa do Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU - adimensional) (a) e da Carga Térmica de Radiação (CTR - W.m⁻²) (b), para os diferentes tratamentos, em função dos horários de observação, para os períodos de primavera/verão (ITGU 1 e CTR 1 = globo exposto à radiação; ITGU 2 e CTR 2 = sob sombrite; ITGU 3 e CTR 3 = bezerreiro individual aberto nas laterais; ITGU 4 e CTR 4 = bezerreiro individual fechado em três laterais).

Para as condições de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Sousa *et al.* (1992) testaram vários modelos de abrigos individuais móveis, construídos a partir de diferentes materiais, também para os períodos de primavera e verão. O melhor desempenho foi observado para o abrigo de ferrocimento, na

primavera, em que os valores obtidos de ITGU superaram 74 de 8 às 16 horas, entretanto não ultrapassaram 78, sendo observado comportamento semelhante no verão. Os piores resultados foram para os abrigos construídos em madeira, onde se atingiu valores de ITGU da ordem de 83 às 11 horas, sendo que, mesmo este tratamento, apresentou resultados mais favoráveis do que os encontrados para todos abrigos pesquisados neste trabalho, devido às condições severas do verão da região. Apesar de não apresentarem os dados, atestam os autores que a avaliação do ambiente térmico, com base na carga térmica de radiação (CTR) seguiu a mesma tendência observada com base no ITGU.

Em relação à variação dos valores de ITGU, para os diversos horários, observa-se que, além de apresentar menores valores deste índice, os abrigos cobertos propiciaram menor oscilação da temperatura no interior (amplitude térmica), sendo que, no abrigo aberto nas laterais, o ITGU variou de 82 (às 9 horas) até aproximadamente 85,5 (de 13 às 15 horas). No abrigo fechado nas laterais, os valores do ITGU variaram de 82 (às 9 horas) a aproximadamente 86,6 (às 13 horas), como se observa na Figura 4. Resultados semelhantes foram obtidos por Williams *et al.* (1981), que obtiveram menores variações internas de temperaturas para abrigos menos fechados.

Para o tratamento utilizando sombrite, os valores de ITGU já foram considerados elevados para a criação dos animais, desde as 9 horas, atingindo valores muito maiores de 11 às 13 horas (Figura 4). O ITGU para o globo descoberto chegou a atingir o valor de aproximadamente 95 às 13 horas.

No presente trabalho, nas análises dos valores de CTR no decorrer do dia (Figura 4, b), também nota-se uma tendência semelhante à observada para os valores de ITGU. Contudo, às 11 horas, para os bezerreiros individuais aberto e fechado nos três lados, ocorreu uma redução dos valores de CTR, devido, provavelmente, a uma maior ocorrência e intensidade de ventos neste período do dia.

Os valores médios diários de CTR são apresentados na Tabela 1. Não foi encontrado efeito significativo no período de primavera/verão para os tratamentos 3 e 4. Entretanto, para os demais tratamentos foi verificada diferença estatística entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O globo negro exposto ao sol e o uso de sombrite promoveram ambientes diferentes entre si e diferentes dos bezerreiros individuais, sendo a pior situação, logicamente, observada para o globo totalmente exposto.

Período de outono/inverno

A temperatura média observada foi de 23,1°C; as médias das temperaturas máxima e mínima foram de 24,5°C e 12,9°C, respectivamente. As temperaturas máxima e mínima absolutas foram de 33,0°C e 3,0°C, respectivamente, e a umidade relativa do ar média foi de 64,6%.

O comportamento dos resultados para os quatro tratamentos no período de outono/inverno foi semelhante ao do período de primavera/verão, onde os tratamentos 1 e 2 foram diferentes entre si e dos tratamentos 3 e 4, que não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 2). Outrossim, os valores para este período foram consideravelmente menores.

Tabela 2. Valores médios diários estimados de ITGU e CTR para os tratamentos, período de outono/inverno.

Tratamento	ITGU (adimensional)	CTR (W.m ²)
T1 - globo exposto diretamente à radiação solar	78,46a	606,51a
T2 - sombrite aberto em todos os lados	74,92b	532,50b
T3 - abrigo individual, aberto em todas as laterais	72,49c	491,24c
T4 - abrigo individual, fechado em três laterais	72,40c	489,09c

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

A temperatura média, de 23,1°C, com máxima chegando a 33,0°C, caracterizam condição que pode ser considerada amena a quente para esta época do ano. Müller (1989) considera a zona de conforto térmico para bovinos europeus, com idade entre 1 e 60 dias, limitada pelas temperaturas de 13°C e 23°C. Em trabalho desenvolvido na Pensilvânia/EUA, Lammers *et al.* (1996), avaliando abrigos em compensado e polietileno, encontraram valores de temperatura máximos de 32°C, às 13 horas, para o bezerreiro em polietileno, sem sombreamento auxiliar. Os melhores resultados obtidos se referiram ao bezerreiro de compensado pintado de branco, onde houve menores valores de temperatura retal, temperatura da pele e taxa respiratória.

O resultado de ITGU obtido para o tratamento com sombrite (74,92) foi próximo à faixa tida como de conforto, até 74. Os valores de ITGU obtidos para os abrigos individuais móveis, sem e com fechamento lateral, para este período, foram de 72,49 e 72,40, respectivamente. Estes valores encontram-se abaixo do limite de conforto. Santos *et al.* (1993a) testaram abrigos individuais móveis, também para outono e inverno, constatando tendências semelhantes para ITGU e CTR, e os melhores resultados obtidos foram para bezerreiro confeccionado em ferrocimento que propiciou valores de ITGU inferiores a 74. O ambiente interno do abrigo de telha plástica proporcionou valores de ITGU próximos a 77 no período mais

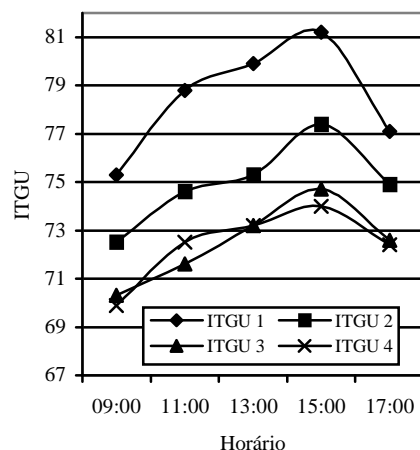
quente do dia, de forma semelhante ao que ocorreu com o sombreamento por sombrite, no presente trabalho.

Para os abrigos individuais (aberto e fechado nas laterais), os valores de ITGU são inferiores a 74 (Figura 5a), o que caracteriza, segundo Baêta (1985), citado por Santos (1993), condição de conforto, exceção feita às 15 horas, onde o ITGU sob o bezerreiro fechado lateralmente atingiu valor acima de 74. Para o sombreamento promovido por meio de sombrite, o ITGU variou com valores acima de 74 e inferiores a 78, das 11 às 17 horas. Na condição de plena exposição à radiação solar (tratamento 1), os valores de ITGU foram sempre superiores a 75, superando 81 às 15 horas.

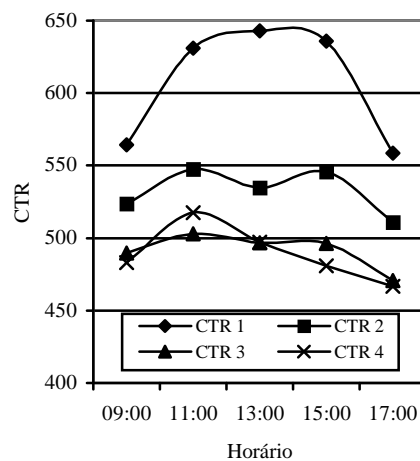
Comportamento semelhante foi observado nos resultados de CTR para os quatro tratamentos (Figura 5, b). Tanto para ITGU quanto para CTR, observa-se, no período das 13 horas, uma redução nos valores obtidos, de forma mais acentuada para os resultados de CTR, devido, provavelmente, à alta incidência de ventos no local neste horário, com mais intensidade no período de outono/inverno.

Tomando-se para análise o tratamento com sombrite, a opção mais econômica, observa-se que o valor máximo de CTR, de aproximadamente 550 W m⁻², ocorreu às 11 e 15 horas (Figura 5). Kawabata (2003), analisando diferentes materiais de cobertura para abrigos individuais, estimou a correlação entre a CTR e a frequência respiratória para bezerras da raça holandesa preta e branca. Para este valor de CTR (550 W m⁻²), a frequência respiratória seria de 54 movimentos por minuto. Já considerando o tratamento que apresentou melhor desempenho (abrigo aberto nas laterais), o maior valor de CTR, obtido às 11 e 15 horas, foi de aproximadamente 500 W m⁻². Para este valor de CTR, a correlação obtida por Kawabata (2003) indica uma frequência respiratória correspondente menor que 53 movimentos por minuto.

Santos *et al.* (1993b) avaliaram o ambiente térmico em 5 abrigos individuais em formatos diferentes, com chapas de madeira compensadas, no período de outono e início de inverno. O abrigo individual com formato que mais se assemelha ao tratamento 4 do presente trabalho, teve valores de ITGU e CTR aproximados de 75 e 475 W.m⁻², respectivamente, no período mais quente (aproximadamente 12 horas). Os maiores valores de ITGU e CTR atingidos no interior do abrigo fechado em três laterais, neste trabalho, foram de 74 e 520 W.m⁻², às 15 e 11 horas, respectivamente.



(a)



(b)

Figura 5. Estimativa do Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU-adimensional) (a) e da Carga Térmica de Radiação (CTR-W.m⁻²) (b), para os diferentes tratamentos, em função dos horários de observação, para os períodos de outono/inverno (ITGU 1 e CTR 1 = globo exposto à radiação; ITGU 2 e CTR 2 = sob sombrite; ITGU 3 e CTR 3 = bezerreiro individual aberto nas laterais; ITGU 4 e CTR 4 = bezerreiro individual fechado em três laterais).

Conclusão

Tanto para o período de primavera/verão, quanto para outono/inverno, não houve diferença significativa entre os valores médios diários de ITGU para os abrigos individuais móveis, aberto nas três laterais e fechado nas três laterais; o mesmo fato ocorreu para os valores de CTR.

Tanto para o período de primavera/verão, quanto para outono/inverno, o valor de ITGU para o sombrite se aproximou do valor obtido para o globo totalmente exposto ao sol, diferenciando, entretanto,

dos abrigos individuais móveis; ocorreu o mesmo para os valores de CTR.

No período de primavera/verão, até mesmo os bezerreiros cobertos propiciaram um microambiente considerado desconfortável para bezerros, devido às condições climáticas da região.

Para o período de outono/inverno, o resultado de ITGU obtido para o tratamento com sombrite foi próximo à faixa tida como de conforto.

Para o período de outono/inverno, os valores de ITGU obtidos para os abrigos individuais móveis, sem e com fechamento lateral foram abaixo do limite de conforto.

Para as condições de outono/inverno, há a possibilidade dos produtores adotarem a utilização do sombrite, entretanto, para o período de verão, se torna mais recomendável a utilização do bezerreiro aberto nas laterais.

Referências

- BACCARI JR., F. *Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001.
- BAËTA, F.C. *Responses of lacting dairy cows to the combined effects of temperature, humidity, and wind velocity in the warm season*. 1985. Thesis (PhD)-Department of Agricultural Engineering, University of Missouri, Columbia, 1985.
- BRAY,D.R. et al. Reduction of environmental stress in adult and young dairy cattle in hot humid climates. *Lives. Environ*, St. Joseph, v.5, p.672-679, 1997.
- BUENO, C.F.H. Bezerreiros: conforto reduz a mortalidade. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.12, n.135/136, p.52-59, 1986.
- BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Trans. ASAE*, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- CAMPOS, O.F.; LIZIEIRE, R.S. *Alimentação e manejo de bezerras de reposição em rebanhos leiteiros*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1995. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 34).
- CAMPOS, O.F. et al. Uso de abrigos como alternativa para os bezerreiros convencionais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 1991. p.450.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Pecuária do Sudeste (CPPSE). *Casinha Tropical: abrigo para bezerros*. São Carlos, s.d. (Folder nº 01).
- GLASER, F.D. *Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão*. 2003. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.
- HARDOIM, P.C. Instalações para bovinos de leite. In: TEIXEIRA, V.H. (Ed.). ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS, PESQUISADORES E EDUCADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 3., 1998, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.149-208.
- KAWABATA, C.Y. *Desempenho térmico de diferentes tipos de telhado em bezerreiros individuais*. 2003. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.
- KELLY, T.G. et al. An assessment of the influence of some house designs and environmental factors on calf performance. *J. Agric. Eng. Res*, Silsoe/Bedford, v.30, p.175-184, 1984.
- LAMMERS, B.P. et al. The effect of plywood and polyethylene calf hutches on heat stress. *Appl. Engi. Agric*. St. Joseph, Michigan, v.12, n.6, p.741-745, 1996.
- LE NEINDRE, P. Evaluating housing systems for veal calves. *J. Anim. Sci*, Stanford, Savoy, v.71, n.5, p.1345-1354, 1993.
- MÜLLER, P.B. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 1989.
- SANTOS, A.C. Análise de diferentes tipos de bezerreiros individuais móveis, para as estações de outono e inverno na região de Viçosa-MG. 1993. Tese (Mestrado) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- SANTOS, A.C. et al. Análise de diferentes tipos de bezerreiros individuais móveis, para as estações de outono e inverno, na região de Viçosa-MG. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.2, n.5, p.1-12., 1993a.
- SANTOS, A.C. et al. Análise de diferentes formatos de bezerreiros individuais móveis, para região de Viçosa. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.2, n.7, p.1-8., 1993b.
- SANTOS, A.J.R. *Comportamento de bezerros alojados em abrigos individuais e sua interação com o grupo na fase recria*. 2001. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2001.
- SOUZA, C.F. *Eficiência de diferentes tipos de bezerreiros, quanto ao conforto, na primavera e no verão em Viçosa-MG*. 1992. Tese (Mestrado) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.
- SOUZA, C.F. Instalações para bezerros. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.23, n.1, p.1-12, 1997.
- SOUZA, C.F. et al. Eficiência de diferentes tipos de bezerreiros, na primavera e no verão em Viçosa-MG. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.1, n.1, p.1-12., 1992.
- TEROSKY, T.L. et al. Effects of individual housing design and size on special-fed holstein veal calf growth performance, hematology, and carcass characteristics. *J. Anim. Sci*, Savoy, v.75, n.7, p.1697-1703, 1997.
- UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - Saeg Sistema de análises estatísticas e genéticas - Versão 7.1. Viçosa, MG. 1996. 105p. (Manual do Usuário).
- WILLIAMS, PE.V. et al. The effect of climatic housing and level of nutrition on the performance of calves. *Animal Production*, Penicuik, Midlothian, v.32, p.133-141, 1981.

WILSON. L.L. *et al.* Effects of individual housing and size on behaviour and stress indicators of special-fed holstein veal calves. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.77, n.6, p.1341-1347, 1999.

Received on October 01, 2004.

Accepted on February 10, 2005.