

Universidade de São Paulo
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

DESEMPENHO TÉRMICO DE DIFERENTES TIPOS DE TELHADO EM BEZERREIROS INDIVIDUAIS

Celso Yoji Kawabata

Dissertação de Mestrado depositada na Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP , como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia, na área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: *Prof.Dr. Holmer Savastano Júnior*

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

K22d	<p>Kawabata, Celso Yoji. Desempenho térmico de diferentes tipos de telhado em bezerreiros individuais / Celso Yoji Kawabata. -- Pirassununga, 2003. Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, 2003. Departamento de Zootecnia Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal Orientador: Prof. Dr. Holmer Savastano Júnior.</p> <p>Unitermos: 1. Conforto térmico, bezerros 2. Instalação, bezerreiros I. Título.</p>
------	---

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Kokichi (*in memoriam*) e Toshiko,
a quem devo respeito e a educação que tenho hoje.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Holmer Savastano Júnior, pelos conselhos, ensinamentos, dedicação, paciência e competência na orientação.

Ao Professor Doutor Evaldo Antonio Lencioni Titto, a Pesquisadora Maria da Graça Pinheiro do Instituto de Zootecnia de Ribeirão Preto (SP), ao Professor Doutor César Gonçalves de Lima, ao Professor Doutor Iran José Oliveira da Silva da Esalq – Piracicaba (SP) e ao Professor Doutor José Bento Sterman Ferraz pela colaboração no projeto.

Aos amigos Luciane e Luiz, companheiros do LCRA pela ajuda sempre que necessária.

Ao amigo Rafael (Ilas) pela dedicação, empenho e paciência.

A presença, ajuda e conselhos de amigos foram de real importância para a realização desse trabalho: Ana Paula, Aya (Sal), Carla (Jayne), Paulo (Glub) e Ricardo (Fimose) - alunos da pós-graduação; Andréa, Camila, Henrique (Pícara), Ligia, Marcos, Maysa, Thiago Previero (Frô), Thiago Ribeiro (Haxixe) e Vinicius (Sangue) - alunos da graduação; Eduardo, Leandro, Paulo e Zaqueu - companheiros do LCRA.

À zootecnista Márcia Saladini pelos ensinamentos e ajuda no experimento.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo e à Prefeitura do Campus de Pirassununga, por ceder as instalações para realização do experimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudos concedida e apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto.

Aos Docentes e Funcionários dos Departamentos de Ciências Básicas e de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos.

Aos Funcionários e Estagiários do Setor de Bovinocultura Leiteira da PCAPS.

Aos Funcionários da PCAPS.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	i
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo Geral	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Instalação Para Bezerros	6
2.2 Fatores Climáticos e Condições Fisiológicas	9
2.3 Índices de Conforto Térmico	13
2.4 Influência das Instalações no Conforto Térmico Animal	17
2.4.1 Uso de Pintura Branca	19
2.5 Compósitos Fibrosos como Materiais de Construção	21

2.5.1 Resíduos Agroindustriais.....	23
2.5.2 Telhas de Cobertura	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 Produção das Telhas de Cimento Celulose.....	26
3.2 Caracterização das Telhas de Cimento Celulose.....	31
3.2.1 Propriedades Físicas.....	31
3.2.2 Propriedades Mecânicas.....	32
3.3 Local do Experimento.....	34
3.4 Animais do Experimento.....	35
3.5 Instalações e Sombreamento Arbóreo.....	36
3.6 Montagem das Fases Experimentais.....	38
3.7 Parâmetros Avaliados.....	40
3.7.1 Parâmetros Climáticos.....	40
3.7.1.1 Índices de Conforto Térmico.....	42
3.7.2 Parâmetros Fisiológicos.....	45
3.7.3 Indicativo Econômico.....	45
3.8 Análise Estatística.....	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 Resultados Climáticos.....	47

4.1.1 Temperatura de Bulbo Seco.....	48
4.1.2 Umidade Relativa.....	51
4.1.3 Entalpia.....	53
4.1.4 Temperatura de Globo Negro.....	56
4.1.5 Carga Térmica Radiante.....	58
4.1.6 Índice de Temperatura de Globo e Umidade.....	62
4.2 Resultados de Termorregulação.....	66
4.2.1 Frequência Respiratória.....	67
4.2.2 Temperatura Retal.....	70
4.3 Índices de Conforto Térmico X Termorregulação.....	72
4.4 Resultados da Caracterização das Telhas de Cimento Celulose.....	75
4.4.1 Propriedades Físicas.....	75
4.4.2 Propriedades Mecânicas.....	77
4.5 Custos e Viabilidade Econômica.....	78
5 CONCLUSÕES.....	81
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Representação esquemática da zona de termoneutralidade (BACCARI JÚNIOR, 1998).....	11
FIGURA 2. Agitação prévia da polpa.....	27
FIGURA 3. Adição da fibra vegetal na massa para a produção de telhas.....	27
FIGURA 4. Moldagem da telha em mesa vibratória.....	28
FIGURA 5. Telha após a moldagem em mesa vibratória.....	28
FIGURA 6. Retirada da telha e acondicionamento em fôrma própria.....	28
FIGURA 7. Pilha de fôrmas com telhas para cura.....	29
FIGURA 8. Teste de flexão de uma telha.....	33
FIGURA 9. Setor de Bovinocultura leiteira da PCAPS.....	35
FIGURA 10. Vista geral da área experimental.....	37
FIGURA 11. Vista da área sombreada.....	38
FIGURA 12. Esquema do bezerreiro com telhado duplo com folha aluminizada.....	39
FIGURA 13. Esquema (sem escala) da disposição dos abrigos utilizados, na área experimental.....	40
FIGURA 14. Visualização dos instrumentos protegidos por alçapão no interior dos abrigos.....	41
FIGURA 15. Visualização da estação meteorológica.....	42

FIGURA 16. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura de bulbo seco (°C) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.....	49
FIGURA 17. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura de bulbo seco (°C) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.....	50
FIGURA 18. Valores médios e respectivos desvios padrão da umidade relativa (%) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.....	51
FIGURA 19. Valores médios e respectivos desvios padrão da umidade relativa (%) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.....	52
FIGURA 20. Valores médios e respectivos desvios padrão da entalpia (kJ/kg de ar seco) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.....	54
FIGURA 21. Valores médios e respectivos desvios padrão da entalpia (kJ/kg de ar seco) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.....	55
FIGURA 22. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura de globo negro (°C) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.....	56
FIGURA 23. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura de globo negro (°C) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.....	57

FIGURA 24. Valores médios e respectivos desvios padrão da carga térmica radiante (W/m^2) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.....	59
FIGURA 25. Valores médios e respectivos desvios padrão da carga térmica radiante (W/m^2) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.....	60
FIGURA 26. Valores médios e respectivos desvios padrão do índice de temperatura de globo e umidade nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.....	63
FIGURA 27. Valores médios e respectivos desvios padrão do índice de temperatura de globo e umidade nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.....	64
FIGURA 28. Valores médios e respectivos desvios padrão da freqüência respiratória (movimentos/minuto) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.....	67
FIGURA 29. Valores médios e respectivos desvios padrão da freqüência respiratória (movimentos/minuto) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.....	68
FIGURA 30. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal ($^{\circ}C$) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.....	70
FIGURA 31. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal ($^{\circ}$) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.....	71

FIGURA 32. Valores médios da frequência respiratória e ITGU nos dias de coleta dos dados fisiológicos.....	73
FIGURA 33. Valores médios da frequência respiratória e CTR nos dias de coleta dos dados fisiológicos.....	73
FIGURA 34. Valores médios da temperatura retal e ITGU nos dias de coleta dos dados fisiológicos.....	74
FIGURA 35. Valores médios da temperatura retal e ITGU nos dias de coleta dos dados fisiológicos.....	74

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Principais características do cimento CPIII.....	29
TABELA 2. Composição química da escória granulada de alto-forno determinada por via úmida.....	30
TABELA 3. Características das fibras residuais de celulose de eucalipto.....	30
TABELA 4. Formulação utilizada na fabricação das telhas de cimento celulose...	31
TABELA 5. Médias da temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica no período experimental.....	47
TABELA 6. Valores médios das variáveis climáticas nos 37 dias críticos analisados.....	48
TABELA 7. Valores médios das variáveis de termorregulação para os 16 dias analisados.....	67
TABELA 8. Valores das propriedades físicas das telhas de cimento celulose aos 210 dias.....	76
TABELA 9. Valores das propriedades mecânicas das telhas de cimento celulose aos 210 dias.....	77
TABELA 10. Quantidades e custos para produção de um milheiro de telhas.....	79
TABELA 11. Comparação de preços de coberturas.....	79

RESUMO

Neste trabalho, foi pesquisada a eficiência de abrigos individuais para bezerros, a partir de índices de conforto térmico (carga térmica radiante, índice de temperatura de globo e umidade e índice de globo negro) calculados com base na temperatura ambiente, temperatura de globo negro e umidade relativa do ar, comparando-se abrigos cobertos por telha de cimento celulose ou telha de cimento amianto comercial. O experimento foi implantado num sistema de abrigos convencionais, tipo boxe, com cinco tratamentos diferentes e cinco repetições por tratamento (um bezerro por repetição), durante os meses de setembro a novembro de 2002. Foram registradas variáveis fisiológicas de termorregulação (frequência respiratória e temperatura retal). As telhas de cimento celulose foram caracterizadas por meio de testes físicos e mecânicos com resultados aceitáveis. Estimou-se o custo final da produção da telha de cimento celulose, que se mostrou vantajoso em relação a outras opções de cobertura com telha cerâmica. Os abrigos expostos ao sol e cobertos com telha de cimento amianto apresentaram os índices menos satisfatórios quanto ao conforto térmico animal, em relação aos demais abrigos também expostos ao sol. Já os abrigos cobertos com telhas de cimento celulose apresentaram os melhores índices de conforto térmico animal, quando estes estavam dispostos em área sombreada. Os resultados das variáveis fisiológicas também foram significativamente melhores para os tratamentos posicionado à sombra. Encontrou-se uma relação satisfatória entre os resultados de conforto térmico e os resultados fisiológicos.

ABSTRACT

This work focused the efficiency of individual housing for calves, based on thermal comfort indexes (radiant thermic load, black globe humidity index and black globe index) that were calculated with ambient temperature, black globe temperature and relative humidity of the air. Animal housing covered with cellulose cement tiles were compared with commercial asbestos cement tiles. The experiment was installed in a system of conventional housing, box type, with five different treatments (one calf per repetition), during the period from September to December 2002. Physiological variables of thermoregulation (respiration rate and rectal temperature) were also registered during the experiment. The roofing tiles of cellulose cement were characterized by physical and mechanical tests with acceptable results. The final cost of the production of the cellulose cement tiled showed to be advantageous in relation to other options of roofing with ceramic tiles. The housing exposed to the sunlight and covered with asbestos cement tiles presented the less satisfactory results for the animal thermal comfort in comparison with the others treatments exposed to the sun. The housing covered with cellulose cement tiles under shade showed the best results of thermal comfort. The results of the physiological variables were significantly better for the treatment positioned under the shade. A satisfactory relation between the thermal comfort indexes and the physiological results were found in the conditions of the present work.

1 INTRODUÇÃO

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.

De fato, as instalações devem ser capazes de amenizar as sensações de desconforto higrotérmico, acústico e luminoso/visual que podem perturbar os animais, por meio de uma concepção de projeto que objetive integrar a instalação ao seu ambiente em redor, otimizando seus recursos e atenuando os efeitos de eventuais características adversas à criação.

Numa exploração bovina, a renovação ou ampliação do rebanho é muito importante para o rendimento econômico do criador e é dependente, em grande parte, da redução do índice de mortalidade dos bezerros.

No passado, a maioria dos criadores dava pouca importância aos bezerros ou consideravam desnecessários os cuidados, pelo fato deles não oferecerem nenhum tipo de retorno no longo prazo. Atualmente, os

produtores já têm consciência de que bezerros bem criados são utilizados para renovação futura do rebanho e que a boa criação permite que os animais atinjam mais rápido o desenvolvimento corporal satisfatório para o seu fim.

Na maioria dos rebanhos em que as vacas são ordenhadas sem a presença dos bezerros, é comum efetuar a separação de mãe e filho no momento do parto, ou no dia seguinte a este. Nessa hora, os bezerros são conduzidos e alojados em bezerreiros coletivos ou individuais.

Estas instalações devem proporcionar aos animais um ambiente limpo e arejado, com sombra e sol à vontade (na medida da necessidade do animal), e também isolar os animais durante a fase de aleitamento, para facilitar o manejo e permitir melhor avaliação de suas condições.

A escolha pelo bezerreiro coletivo ou individual depende muito do capital que se pretende investir na criação, do tamanho do plantel e das preferências do proprietário, uma vez que, se bem manejados, ambos os sistemas proporcionam ótimos resultados.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho propõe-se a comparar diversas opções de cobertura em abrigos individuais para bezerros, com base nos índices de conforto térmico, bem como sua relação com a termorregulação dos animais.

1.1.2 Objetivos Específicos

Comparar os índices de conforto térmico (carga térmica radiante, índice de temperatura de globo e umidade e índice de temperatura de globo) de bezerreiros individuais, utilizando-se dois tipos de telha: uma de cimento amianto e outra à base de cimento celulose. No caso da telha de cimento celulose, comparar opções com uma ou duas camadas de telhas e pintura branca na superfície externa, com insolação direta ou sob sombreamento arbóreo.

Avaliar a possível relação entre o conforto proporcionado pelo tipo de cobertura, e as variáveis fisiológicas de termorregulação, a saber, temperatura retal e frequência respiratória.

Produzir e caracterizar telhas de cimento celulose (fibrocimento sem amianto) e à base de resíduos industriais e agrícolas, como uma alternativa para instalações rurais.

Calcular custos de produção e estimar a viabilidade econômica para o tipo de instalação em análise.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos climas subtropicais e tropicais como os do Brasil, os efeitos de temperatura e umidade do ar são, muitas vezes, limitantes ao desenvolvimento, produção e reprodução dos animais, em razão do estresse a eles associado. De acordo com CURTIS (1983), o ambiente é o conjunto de todos os fatores que afetam direta ou indiretamente os animais.

Ter controle sobre as condições ambientais, em países de clima tropical, tem sido um desafio, já que as exigências térmicas dos animais variam de acordo com seu estágio de desenvolvimento. Um bezerro, por exemplo, precisa de clima mais quente, ao passo que uma vaca requer ambiente com temperatura mais baixa para produzir melhor (TONUS, 1999).

O motivo de se construir um abrigo para animais é o de se poder 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).

No Brasil, país de clima tropical com temperaturas elevadas de verão e intensa radiação, os materiais a serem utilizados para a confecção das instalações devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente interno dessas instalações seja menos influenciável pela variação climática (ABREU *et al.*, 2001).

2.1 Instalações Para Bezerros

As limitações para obtenção de altos índices zootécnicos no Brasil decorrem da utilização de animais geneticamente desenvolvidos em 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 (NÄÄS e SILVA, 1998).

As instalações têm por objetivo oferecer conforto ao animal, permitindo que ele expresse seu potencial de produção. Devem ser construídas e planejadas com a finalidade principal de diminuir a ação direta do clima (insolação, temperatura, ventos, chuva e umidade do ar), que pode agir negativamente nos animais (SEVEGNANI *et al.*, 1994). WRIGHT *et al.* (1983) afirmaram que os bezerreiros utilizados em clima frio devem ser projetados para conservar o calor do corpo do bezerro e, em clima quente, para proteger da radiação solar direta, ajudar a dissipação do excesso de calor e evitar umidade excessiva.

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 de liberdade, no qual os bezerros são criados soltos no pasto. Todos têm 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-lhe o máximo conforto (CAMPOS e LIZIEIRI, 1996), além de diminuir os índices de diarréia e problemas respiratórios, mais freqüentes nos primeiros três meses de vida dos animais.

No período de aleitamento (1 a 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 do ar entre 20°C negativos e 37°C positivos. Estes podem estar localizados próximos ao estábulo ou no próprio piquete destinado aos bezerros. Isto permite melhor observação dos animais durante sua fase mais crítica, sendo possível o controle individual da ingestão de concentrado

e possibilitando o desaleitamento de acordo com o aumento do consumo diário. Além disso, os bezerros criados neste tipo de instalação apresentam menor incidência de problemas sanitários, baixa taxa de mortalidade e maior consumo de concentrado (OTTERBY e 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).

De preferência, utilizam-se abrigos individuais dispostos cerca de 10 metros uns dos outros, em local adequado, que ofereça conforto ao bezerro. A cada mudança de animal, antes de receber novo hóspede, o abrigo deve ser desmontado, desinfetado e exposto ao sol por uns dias. Quando for utilizado novamente, ele deve ser montado em outro local e caiado para receber o bezerro (SANTOS, 1992).

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 (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 o meio mais eficiente e econômico de melhorar as condições ambientais de edificações em geral (NÄÄS, 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 (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

2.2 Fatores Climáticos e Condições Fisiológicas

O clima é o fator mais importante a ser considerado na criação dos animais domésticos. As adversidades climáticas alteram as condições fisiológicas dos animais e ocasionam o declínio na produção, principalmente no período de menor disponibilidade de alimentos (GRANT e ALBRIGHT, 1995). As altas temperaturas, associadas a umidade do ar também elevada, afetam negativa e significativamente a temperatura retal e a frequência respiratória, podendo causar estresse em animais de interesse zootécnico (MAGALHÃES *et al.*, 1998; SOUZA *et al.*, 1992).

De fato, a temperatura ambiente é a característica física ambiental mais importante. Bons isolantes térmicos utilizados nas coberturas não serão suficientes para manter a temperatura ambiente dentro da faixa de temperatura ideal, se não houver melhor planejamento da forma das cabanas, para que atendam às exigências de manejo e de conforto térmico do animal, com dispositivos flexíveis que aproveitem melhor as condições

naturais, como a temperatura proporcionada pela sombra da árvore (ABREU *et al.*, 2001).

Segundo MORGAN (1990), a radiação solar representa cerca de 75% da carga térmica transferida e os principais fatores que interferem nessa transferência térmica são o material de cobertura, a orientação da construção, a projeção do telhado, a insolação e a vegetação presente na circunvizinhança.

A temperatura ambiental efetiva inclui, além da temperatura do ar, outros elementos climáticos como a umidade, a radiação solar e o vento. Entretanto, freqüentemente é expressa apenas em termos de temperatura do ar. Conforme a **Figura 1**, dentro da zona de termoneutralidade, existe uma zona mais estreita, ótima para desempenho e saúde (A). Abaixo e acima desta zona ótima, ocorre outra zona (B) com pequenas perdas no desempenho (perdas normais, 1 a 2%), que não justificam o investimento em manejo ambiental como a construção de certas instalações, por exemplo.

Segundo CURTIS (1983) e HAFEZ (1986), citados por BAETA e SOUZA (1997), o intervalo de temperaturas da zona de conforto térmico (ZCT) para bovinos recém-nascidos é de 18°C a 21°C (região ótima), sendo que a temperatura efetiva crítica inferior (TCI) é de 10°C e a temperatura efetiva crítica superior (TCS), de 26°C.

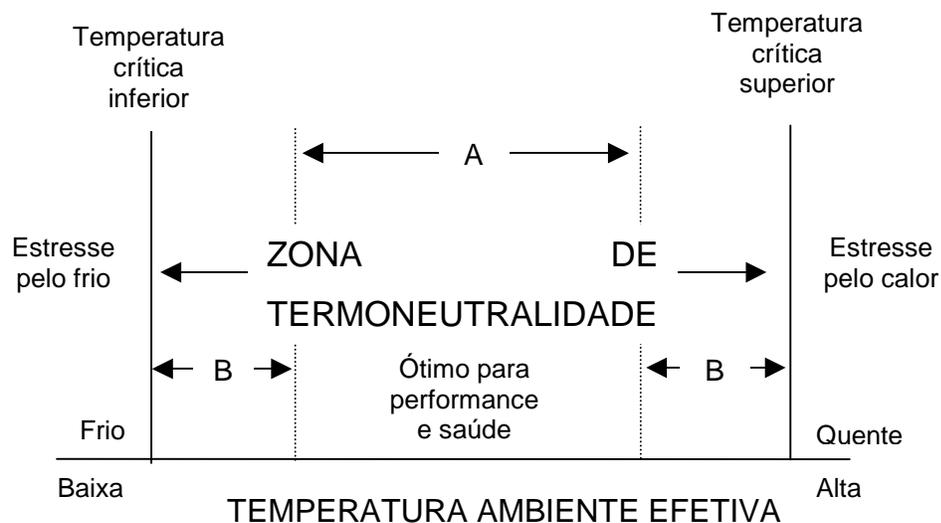


Figura 1. Representação esquemática da zona de termoneutralidade (BACCARI JÚNIOR, 1998).

As variáveis ambientais afetam a produtividade animal em conjunção com outros elementos. Essas variáveis, ao se manifestarem fora da zona de conforto térmico, podem ter efeitos negativos sobre a utilização de nutrientes na produção, e podem influenciar vários estágios do metabolismo.

Na medida em que a temperatura ambiente aumenta, a perda de calor sensível (condução, convecção e radiação) pelos animais vai ficando comprometida. Segundo SWENSON e REECE (1996), muitos fatores podem causar variações “normais” na temperatura corporal dos homeotérmicos. Dentre eles estão idade, sexo, temperatura ambiente, alimentação, digestão e ingestão de água. Nessa situação, um dos principais mecanismos de perda de calor passa a ser a evaporação, que pode ocorrer através das vias respiratórias, propiciada pelo aumento da taxa de respiração do animal (FIALHO, 1994).

Quando os animais são expostos a altas temperaturas ambientais, eles são estressados não só pelo aumento da temperatura corporal, mas também pela complexidade dos processos dissipadores de calor, que são processos metabólicos que requerem energia (CLOSE e MOUNT, 1978). Segundo AMES (1982), citado por LOPEZ *et al.* (1991), a evaporação da umidade do aparelho respiratório é o mecanismo primário utilizado pelos animais para perder o excesso de calor corporal em um ambiente quente.

O ambiente pode provocar alterações nas variáveis fisiológicas, sendo a temperatura retal e a frequência respiratória indicadores diretos do equilíbrio térmico corporal. Segundo PHILLIPS (1985) e SILANIKOVE (2000), a temperatura do corpo pode ser uma medida mais segura para indicar a tolerância do animal às condições adversas do clima.

A temperatura retal é um indicador de balanço térmico e pode ser utilizado como avaliação da adversidade do bem-estar térmico que pode afetar o crescimento, lactação e reprodução dos animais (HAHN, 1999; HANSEN e ARECHIGA, 1999; WEST, 1999).

VEIGA (1968), TURCO *et al.* (1998) e RICHARDS (1985) citado por SILANIKOVE (2000) indicam o aumento da frequência respiratória como um dos meios de perda de calor corporal em ambientes quentes. McDOWELL *et al.* (1976) afirmaram que em bovinos sob condições de estresse térmico, aproximadamente 15% do calor endógeno (originado dentro do organismo) é perdido diretamente via trato respiratório.

Temperaturas elevadas implicam desconforto e maior mortalidade, maiores concentrações de corticosteróides e menores teores de

imunoglobulinas séricas, em comparação aos valores associados a animais mantidos sob temperaturas confortáveis (LUCCI, 1989).

JOHNSON *et al.* (1963), SHEBAITA *et al.* (1992), ABENI *et al.* (1993), BEEDE *et al.* (1994) e GRANT e ALBRIGHT (1995), citados por PORTUGAL *et al.* (2000), afirmam que o estudo da influência dos fatores abióticos (temperatura ambiente e umidade relativa do ar) sobre os animais deve estar associado à análise das condições de manejo e das características particulares de cada animal ou rebanho (espécie, raça, idade, sexo e estado fisiológico), que juntos podem interferir nos padrões de comportamento, favorecendo situações de estresse.

De um lado, o calor forte estressa os animais e limita o potencial produtivo e, de outro, a elevação da umidade favorece o desenvolvimento de bactérias, fungos e outros microrganismos nocivos à saúde do gado. As fazendas mais bem planejadas, com instalações adequadas e manejo eficiente, que visam o bem-estar de todo o rebanho, têm condições mais favoráveis para manter a produtividade e, o que é melhor, sem elevação dos custos.

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 têm 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 NÄÄS (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.

Vários índices de estresse ambiental vêm sendo utilizados para animais, e consideram a taxa respiratória, o volume respiratório, a pulsação, a temperatura da superfície corporal, a temperatura interna corporal, o nível de atividade, o tipo de cobertura do corpo e outras características fisiológicas. A temperatura do corpo, a taxa respiratória e o volume respiratório são respostas ao estresse térmico mais utilizadas, isoladamente ou em combinação, para o desenvolvimento dos índices de conforto térmico (FEHR *et al.*, 1993).

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

a. 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.

b. 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.

c. Índice 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).

Muitos índices foram desenvolvidos para humanos, vestidos ou não. Alguns deles podem ser mais aplicáveis a certas faixas e tipos de ambiente que outros, e seu uso necessita de alguns cuidados se aplicados a outros homeotermos (CLARK, 1981).

Uma das mais importantes causas do estresse térmico para o homem e o animal, é a radiação solar. Um índice que envolve esse fator foi determinado por MINARD *et al.* (1957), citados por CLARK (1981). O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) é baseado nas medidas da temperatura de globo negro, da temperatura de ponto de orvalho e da temperatura ambiente.

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 (1958), e adotado pela National Weather Service em 1959, como índice de conforto térmico para humanos.

Para BUFFINGTON *et al.* (1981), o ITU engloba os efeitos combinados de temperatura de bulbo seco e úmido para o conforto e a performance animal. O ITGU (índice de temperatura de globo negro e

umidade) integra a temperatura de bulbo seco, a umidade, o nível de radiação e a movimentação do ar.

O mesmo autor afirma que o ITGU é um indicador mais preciso do conforto térmico animal e da produção animal, quando comparado ao 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.

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 e KELLY, 1955). 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 *et al.*, 2001).

Segundo BOND *et al.* (1976), o sombreamento pode reduzir cerca de 30% ou mais a carga térmica radiante incidente sobre o animal e esta redução depende do material de cobertura utilizado para promover o sombreamento. A proteção contra a insolação direta sob coberturas, segundo COSTA (1982), pode ser obtida pelo uso de coberturas com alto poder refletivo, isolantes térmicos e materiais de grande inércia térmica.

Em condições de regime permanente, esse índice expressa a radiação total recebida pelo globo negro, e considera o efeito da velocidade do vento e da temperatura ambiente.

Para BEDFORD e WARNER (1934), o termômetro de globo é uma maneira de se indicarem 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. Portanto, decidiu-se utilizá-la como índice (ITG), na comparação dos diferentes tipos de sistemas de condicionamento natural estudados.

Por fim, vale lembrar que, nos estudos de bem estar animal, a interpretação de medidas de respostas de um animal para as variações no seu ambiente pode envolver uma série de indicadores de bem estar. Medidas comportamentais simples podem dar algumas informações válidas, mas combinações de medidas, por exemplo, aquelas de comportamento, fisiologia, injúria, doença e crescimento são os mais importantes para permitir uma estimativa correta do bem estar (SMIDT, 1983; BROOM, 1988).

2.4 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 o calor interno produzido pelos animais, o calor que penetra na construção por

incidência solar, o calor trocado por condução através de paredes e teto e as trocas térmicas de aquecimento ou resfriamento provocadas pelo ar de ventilação. A utilização de materiais de alto poder de reflexão e que acarretem grande amortecimento térmico 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 componentes da construção 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 constituintes dos elementos construtivos (SEVEGNANI *et al.*, 1994; OLIVEIRA *et al.*, 1995; TOLEDO, 1970; RODRIGUES e NÄÄS, 1999).

São diversas as formas de se atingirem as condições ideais de conforto dentro das instalações durante o período mais úmido e quente do ano. O produtor tem de buscar as soluções mais práticas e econômicas. Entre as opções, podem-se citar alguns fatores importantes, tais 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 um telhado com alto valor de isolamento térmico e com alto valor de reflexão da radiação solar (MOURA *et al.*, 1992 e BAETA *et al.*, 1992).

Na hora de construir, é preciso levar em consideração os altos níveis de temperatura e umidade, além de buscar o esquema que melhor se encaixa às características e aos objetivos da propriedade e também às qualidades do rebanho (MACHADO, 1999). Estruturas agropecuárias economicamente boas para o produtor e razoáveis para o animal 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 estão concentrados na construção dos abrigos dos animais.

Ao nível do edifício, os fatores que interferem na modificação das condições climáticas 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 do edifício (GHELFI FILHO *et al.*, 1992).

2.4.1 Uso de Pintura Branca

RODRIGUES e NÄÄS (1999) concluíram que são os planos da envoltória da instalação que requerem uma maior intervenção para melhoria das condições internas de conforto térmico. Entre os tratamentos que

podem ser aplicados às telhas de cimento amianto, a fim de melhorar seu desempenho térmico, um dos mais simples é o aumento da sua refletividade superficial, por meio de pintura de cor branca.

O uso de pintura branca na superfície externa das telhas de cimento amianto promove significativamente a reflexão da radiação solar e, com isto, acarreta a redução na quantidade de calor de radiação gerado por meio da cobertura. Se a quantidade de calor é menor, menor será o fluxo térmico e melhores serão as condições de conforto térmico (SEVEGNANI *et al.*, 1994; SOUZA, 1997).

Segundo Iran José Oliveira da Silva, professor do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), da Universidade de São Paulo (USP), de Piracicaba, SP, citado por TONUS (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: a cada quatro ou cinco meses para a cal e uma vez por ano para a tinta látex. SAVASTANO JÚNIOR *et al.* (1997) também 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.

O uso de pintura branca nas telhas de fibrocimento promove a reflexão de cerca de 70 a 88% dos raios solares, dependendo da natureza da tinta (KOENISBERGER *et al.*, 1977; HARDOIM e LOPES, 1993). Trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores (KELLY *et al.*, 1954;

ROSA, 1984) também mostraram as melhorias de desempenho térmico com o uso de pinturas refletivas no telhado.

2.5 Compósitos Fibrosos como Materiais de Construção

Os materiais de construção utilizados em construções para criação animal, devem possuir, além dos requisitos de resistência mecânica e durabilidade, excelente capacidade de isolamento térmico. Isto porque, o desempenho da produção animal está diretamente associado ao conforto térmico no interior da construção (PADILHA *et al.*, 2000).

Embora o amianto seja proibido em muitos países industrializados, por ser considerado um material perigoso (TARRICONE, 1989; PUTZ, 1989), ele ainda é utilizado extensivamente na construção civil brasileira. Os principais motivos para sua popularidade são bom desempenho mecânico, durabilidade e baixo custo (LEE, 2000). A investigação de novos fibrocimentos tem se intensificado nos últimos anos. A tendência ao banimento dos componentes de cimento amianto, danosos à saúde humana (GIANNASI e THEBÁUD-MONY, 1997), aliada à necessidade de substituição por um novo material, conduz à busca de matérias-primas compatíveis com o parque industrial e que aliem aspectos técnicos e econômicos.

A utilização de fibras, naturais ou artificiais, como reforço de pastas, argamassas e concretos, tem-se revelado de grande importância. O uso de fibras permite a obtenção de produtos chamados compósitos que, além de

menor massa específica aparente e maior porosidade, apresentam, também, valores satisfatórios de resistência à tração e ao impacto, maior controle de fissuração, além de comportamento dúctil na ruptura.

GUIMARÃES (1990) e AGOPYAN (1991) relataram diversas experiências sobre o uso de matrizes à base de cimento reforçado com fibras naturais, no Brasil, para produção de componentes construtivos, como telhas, painéis de vedação vertical, caixas d'água e pias de cozinha. Em todo o mundo, esses fibrocimentos alternativos já fazem parte de programas de transferência tecnológica, especialmente no que se refere a sistemas de cobertura de baixo custo, como reportado em CALDAS *et al.* (2000); DELVASTO *et al.*, 1995; GRAM e GUT, 1994 e SAXENA *et al.*, 1992.

Em países tropicais, os resíduos gerados pela agroindústria da fibra vegetal podem constituir importante fonte de matéria-prima para a produção de componentes construtivos, dependendo das quantidades disponíveis e da dispersão geográfica, como também dos custos de coleta e transporte (SAVASTANO JÚNIOR *et al.*, 1999 e JOHN, 1997). Nessas regiões tropicais e subtropicais, fibras naturais de bambu, coco e sisal, por exemplo, são abundantemente disponíveis e relativamente baratas (GHAVAMI *et al.*, 1999).

Vários tipos de resíduos agroindustriais, após serem processados, têm sido testados na mistura com matrizes à base de cimento para fabricação de compósitos (MORRISSEY *et al.*, 1985 e SOROUSHIAN e MARIKUNTE, 1990).

A técnica mais efetiva é a reutilização destes resíduos para a fabricação de novos produtos, que depende do propósito de uso (por exemplo, fertilizantes e material de construção). Propriedades químicas e físicas destes resíduos têm um papel importante na decisão de uso (KHEDARI *et al.*, 2001).

2.5.1 Resíduos Agroindustriais

JOHN (1996) classifica como resíduo industrial como sinônimo de subproduto, enquadrando assim, todos os produtos secundários gerados em um processo (produtos para os quais o processo não foi concebido). Alguns autores costumam diferenciar subproduto de resíduo, definindo o primeiro como sendo o resíduo que adquire valor comercial (VALLE, 1995; CINCOTTO, 1988).

Os resíduos agroindustriais são provenientes de atividades como agricultura, indústrias têxteis, de papel e de beneficiamento de metais e, devido à sua geração concentrada, sua recuperação torna-se mais fácil (JOHN, 2000). Para o seu emprego como matéria-prima, é importante o conhecimento de suas características químicas, físicas e dos prováveis riscos que essa utilização possa vir causar ao ambiente (JOHN, 1996). A análise dessas características possibilita o direcionamento mais adequado da reciclagem, levando-se em conta os potenciais intrínsecos apresentados pelos resíduos. Fatores como necessidade de transporte até o local de uso, constância ou sazonalidade na produção e forma de apresentação dos

resíduos podem ser o diferencial entre a viabilidade ou não da sua reciclagem.

Inúmeros problemas poderiam ser reduzidos com a reciclagem dos resíduos agroindustriais, como o impacto ambiental e os custos agregados das indústrias. Deve-se ressaltar, entretanto, a importância de não relacionar o uso de materiais reciclados apenas a aspectos econômicos, mas também às vantagens técnicas advindas da sua incorporação ao produto final.

2.5.2 Telhas de Cobertura

Iniciativas de produção de fibrocimento alternativos encontram grande interesse econômico e ambiental, nas situações direcionadas à construção rural (SWIFT, 1985) e ao aproveitamento de resíduos (SOROUSHIAN *et al.*, 1994 e BASIN-RAS, 1994).

Segundo SOROUSHIAN *et al.* (1994) e COUTTS (1988), a utilização de telhas à base de cimento reforçado com polpa vegetal, é uma alternativa viável para os elementos de cobertura. Os materiais cimentícios com fibras de celulose têm sido utilizados com sucesso na produção de elementos de cobertura, revestimento e vedação em edificações residenciais e comerciais.

SAVASTANO JÚNIOR *et al.* (1999) desenvolveram telhas de cobertura fabricadas com base no processo da Parry Associates (Reino Unido) para moldagem e adensamento por vibração, com uso intensivo de

mão-de-obra. As telhas apresentam dimensões de 487 x 263 (medidas do molde plano), espessura média entre 9 e 10 mm, formato similar ao das telhas cerâmicas tipo Romana, sendo necessárias 12,5 peças/m² de telhado. Após 48 horas, as telhas são retiradas dos moldes e submetidas a cura por imersão em água por 14 dias, seguida de cura ao ar em ambiente de laboratório até a data de utilização.

Segundo SAVASTANO JÚNIOR (2000), após ajustes iniciais, o desempenho físico e mecânico, nas primeiras idades, foi satisfatório para telhas reforçadas com fibras de coco, eucalipto e mistura de sisal com eucalipto. O diferencial das telhas reforçadas, em relação ao padrão sem fibra, foi o acréscimo da energia absorvida, com efeito positivo na fase de transporte, manuseio e instalação dos componentes.

Nas etapas subseqüentes, em comparação com outras opções de cobertura existentes no mercado, as telhas alternativas serão aperfeiçoadas para atingir, além da competitividade em preço, desempenho físico, mecânico, de conforto térmico-acústico e segurança ao fogo aceitáveis.

As deficiências deverão ser superadas antes da transferência desta tecnologia para a iniciativa privada. Uma vez atingida uma técnica de produção que permita desempenho e durabilidade compatíveis, espera-se aprimorar tais componentes, que poderão ser mais delgados (5 a 6 mm de espessura), e portanto ainda mais leves e econômicos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Produção das Telhas de Cimento Celulose

Foram fabricadas (**Figuras 2 a 7**), durante o experimento, 750 telhas com matriz à base de Cimento Portland CPIII e escória de alto-forno reforçadas com fibras de celulose de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). As composições das matérias-primas utilizadas estão presentes nas **Tabelas 1, 2 e 3**, que foram apresentadas por DEVITO *et al.* (2002). O teor de fibras foi da ordem de 5% da massa de aglomerante. A moldagem e o adensamento por vibração das telhas adotaram procedimentos apresentados por SAVASTANO JÚNIOR e PIMENTEL (2000), a partir de adaptação de equipamento da marca Parry Associates, Reino Unido.

Os insumos foram misturados em uma betoneira. Para se alcançar a máxima homogeneidade do compósito, observou-se a seguinte ordem de colocação da mistura na betoneira: (i) matérias-primas da matriz cimentícia, por um minuto na velocidade baixa; (ii) adição de água e mistura por mais dois minutos na velocidade baixa, (iii) seguida da introdução da fibra e mistura suplementar por três minutos na velocidade alta. Utilizou-se a metodologia de moldagem adotada com equipamento desenvolvido pela empresa Parry Associates - UK, conforme detalhado em GRAM e GUT (1994). Tal equipamento consiste na adaptação de um quadro metálico em

mesa vibratória de superfície plana acionada por motor de 2,95 kW e com frequência de vibração igual a 2200 rpm. Durante a moldagem, o composto era aplicado sobre filme plástico e adensado por vibração, adquirindo a forma de uma telha plana com a espessura desejada. Também foi utilizado colher de pedreiro, para auxiliar a moldagem das telhas. Depois da vibração, o quadro era levantado e a telha recém-moldada transferida, sobre o filme plástico, para uma fôrma apropriada.



FIGURA 2. Agitação prévia da polpa.



FIGURA 3. Adição da fibra vegetal na massa para a produção de telhas.



FIGURA 4. Moldagem da telha em mesa vibratória.



FIGURA 5. Telha após a moldagem em mesa vibratória.



FIGURA 6. Retirada da telha e acondicionamento em fôrma própria.



FIGURA 7. Pilha de fôrmas com telhas.

TABELA 1. Principais características do cimento CP III.

Composição química (%)	Perda fogo	Resíduo Insolúvel	SO ₃	CaO
	0,57	0,24	0,83	0,80
Resistência à Compressão (MPa)	3 dias	7 dias	28 dias	
	15,0	25,3	36,7	
Finura	Blaine (m ² /kg)	#0,044mm (%)	#0,075mm (%)	
	468	1,2	0,1	
Exp. Quente (mm)	0,0			
Pega (min)	Início	Fim		
	193	297		

Fonte: Cimento Mizu (2000).

TABELA 2. Composição química da escória granulada de alto-forno determinada por via úmida.

Composto	Teor (% em massa)	Composto	Teor (% em massa)
Perda ao fogo	1,67	SO ₃	0,15
SiO ₂	33,78	Na ₂ O	0,16
Al ₂ O ₃	13,11	K ₂ O	0,32
Fe ₂ O ₃	0,51	S ₂ ⁻	1,14
CaO	42,47	CaO livre	0,10
MgO	7,46	Resíduo insolúvel	0,53

Fonte: **OLIVEIRA (2000)**.

TABELA 3. Características das fibras residuais de celulose de eucalipto.

Determinação	Método	Valor
Massa específica (kg/m ³)	NBR 9778	1609
Massa específica aparente (kg/m ³)	NBR 9778	230
Volume de vazios permeáveis (%)	NBR 9778	89
Absorção de água (%)	NBR 9778	643
Comprimento médio (mm)	Analisador óptico automatizado Kajaani FS-200	0,66
Espessura da fibra (μm)	MEV	10,9
Relação de aspecto	Comprimento médio/espessura	61
Número Kappa	Appita P201 m-86	6,1
Drenabilidade CSF (mL)	AS 1301.206s-88	685
Finos (%)		7,01
Massa por unidade de comprimento (mg/m)		0,107

Fonte: **SAVASTANO JÚNIOR (2000)**.

A formulação utilizada para a confecção das telhas é apresentada na

Tabela 4:

TABELA 4. Formulação utilizada na fabricação das telhas de cimento celulose.

Material	Quantidade (g)	% em relação à massa de aglomerante
Cimento CPIII	513,00	-
Escória	837,00	-
Microsílica	67,50	5,00
Fibra seca	67,50	5,00
Água	661,50	49,00

3.2 Caracterização das Telhas de Cimento Celulose

As telhas foram caracterizadas no que se refere às suas propriedades físicas e mecânicas, seguindo um dos objetivos do trabalho.

3.2.1 Propriedades Físicas

As propriedades físicas avaliadas foram massa específica (**Equação 1**), absorção de água da telha (**Equação 2**) e volume aparente de vazios (**Equação 3**), obtidas pela média dos valores de seis corpos-de-prova (cacos de telha).

Os cacos foram pesado em balança digital com dispositivo hidrostático com sensibilidade de 0,01g e suas massas, seca em estufa por

24 horas a 105°C (MSE), saturada com superfície seca após imersão em água por 24 horas (MSS) e imersa (MIM), eram anotadas para que, utilizando a correlação entre esses índices, as propriedades físicas fossem obtidas. A seguir é apresentado um resumo da forma de cálculo das propriedades físicas.

$$\text{Massa específica} = \frac{\text{MSE}}{\text{MSE} - \text{MIM}} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{Absorção} = \frac{\text{MSS} - \text{MSE}}{\text{MSE}} \quad (\text{Equação 2})$$

$$\text{Volume aparente de vazios} = \frac{\text{MSS} - \text{MSE}}{\text{MSS} - \text{MIM}} \quad (\text{Equação 3})$$

onde: MSE: massa seca em estufa por 24 horas a 105°C;

MIM: massa imersa;

MSS: massa saturada com superfície seca.

3.2.2 Propriedades Mecânicas

As propriedades mecânicas foram determinadas pelo ensaio de flexão com três cutelos (vão inferior de 100mm), determinando a energia específica dos compósitos por meio da máquina universal de ensaios EMIC DL 30000, com velocidade de carga (deslocamento do braço da prensa) de

0,5 mm/min e emprego de seis corpos-de-prova (telha) para cálculo da média (**Figura 8**).



FIGURA 8. Teste de flexão de uma telha.

O cálculo da energia específica leva em conta a seguinte forma de cálculo:

$$\text{Energia específica} = \frac{\text{Energia}}{\text{Área da secção transversal}} \quad (\text{Equação 4})$$

As deformações correspondentes às cargas aplicadas foram obtidas com uso de um deflectômetro instalado no centro da telha. Um computador munido do software M-Test (versão 1.01/96) foi utilizado para aquisição dos dados. Utilizou-se célula de carga com capacidade última de 5 kN.

A energia específica do compósito foi obtida pela relação entre a energia de fratura e a área da secção transversal da telha na região da

fratura, conforme **Equação 4**. A energia de fratura é obtida da integração da área abaixo da carga versus deslocamento, até o ponto de redução de 50% na carga máxima aplicada.

3.3 Local do Experimento

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Leite da Prefeitura do Campus Administrativo da Universidade de São Paulo (PCAPS) na cidade de Pirassununga/SP (**Figura 9**), com início em 17 de setembro e término em 2 de novembro de 2002. O município de Pirassununga encontra-se na altitude de 630 m, coordenadas 21°57'02" de latitude Sul e 47°27'50" de longitude Oeste. O clima da região é do tipo Cwa de Köeppen, tropical, sazonal, com duas estações bem definidas, verão chuvoso (outubro a março) e inverno seco (abril a setembro), com raras ocorrências de geada. A temperatura média anual é de 22,0°C e a pluviosidade média anual é próxima a 1363mm (SAVASTANO JÚNIOR, 2001).



FIGURA 9. Setor de Bovinocultura Leiteira da PCAPS.

3.4 Animais do Experimento

Adquiriram-se para uso, ao longo de todo o experimento, 25 bovinos machos, da raça Holandesa preta e branca, com idade inicial entre dois e cinco dias, apresentando peso individual aproximado de 40 kg. Os animais foram adquiridos em uma única fase, sendo que a maioria possuía a mesma origem (dez animais foram adquiridos junto a Fazenda Copacabana situada na cidade de São Carlos/SP, e os demais foram conseguidos em diversas fazendas localizadas na região de Pirassununga) para evitar uma maior diferença entre animais, e todos ingeriram colostro nas primeiras horas de vida. Os animais foram sorteados em cinco lotes de cinco animais, de modo a formarem lotes o mais homogêneos possível quanto ao peso. Foram fornecidos dois litros de leite duas vezes ao dia, durante o primeiro mês de experimento, e dois litros uma vez ao dia no segundo mês de experimento,

bem como água, guardado o intervalo de uma hora em média entre ambos. Ração peletizada foi fornecida após a primeira semana de vida, duas vezes ao dia e em pequenas quantidades.

Os animais foram presos aos abrigos com correntes metálicas amarradas em suas respectivas coleiras. Durante o experimento, cinco animais adoeceram e acabaram morrendo, e seus dados foram retirados das análises. Segundo GITAU *et al.* (1994), a taxa de mortalidade de bezerros é relativamente alta e comum em todos as sociedades e tipos de criações. WELLS *et al.* (1996) indicaram que a causa da mortalidade de bezerros podem ter influência de vários fatores incluindo: tamanho do rebanho, época do ano, aspectos do bezerreiro, ingestão de colostro, tempo de separação da mãe, cuidados com o cordão umbilical, e nível de saúde do bezerro.

3.5 Instalações e Sombreamento Arbóreo

Foram utilizados 30 abrigos individuais para bezerros com as seguintes dimensões aproximadas: 1,20 m de largura, 1,50 m de profundidade e 1,10 m de altura média. Eles têm as laterais fechadas com placa de madeira compensada de 15 mm de espessura pintada de branco com cal, existindo uma única abertura de entrada, voltada para a direção leste, com 1,15 m de altura e 1,20 m de largura. O telhado original é de cimento amianto, que apresenta comprimento de 1,80 m e largura de 1,35

m, que corresponde à área total de 2,43 m², beirais de aproximadamente 0,20 m e inclinação de 5%. As telhas de cimento amianto possuem espessura de 6 mm, cinco ondas por metro de largura, sendo a altura de cada onda igual a 60 mm. Os abrigos estão em bom estado de conservação, embora sua idade seja desconhecida. Eles estão instalados em uma área plana e coberta por areia (**Figura 10**), sendo o sombreamento parcial e proporcionado por árvores adultas da espécie *Persea americana* Mill (abacateiros) como visto na **Figura 11**.



FIGURA 10. Vista geral da área experimental.



FIGURA 11. Vista da área sombreada.

3.6 Montagem das fases experimentais

O experimento com duração de 60 dias (setembro a novembro de 2002), teve seis abrigos que permaneceram com o telhado existente de cimento amianto, sem pintura branca na parte externa, sendo que todos os abrigos permaneceram num ambiente sem sombra (tratamento controle). Outros seis abrigos tiveram seus telhados trocados por telhas de cimento celulose fabricadas durante o presente experimento, sendo que estes também permaneceram sem pintura externa branca e numa área sem sombra.

Outros seis abrigos com telhado de cimento celulose tiveram suas coberturas pintadas externamente de branco com cal, permanecendo numa

área sem sombreamento. Em comparação, outros seis abrigos com telhado de cimento celulose sem pintura foram alocados em uma área sombreada.

E outros seis abrigos tiveram seus telhados de cimento celulose constituídos de duas camadas de telha espaçadas cerca de 5 cm uma da outra, de modo a criar um colchão de ar com circulação natural (**Figura 12**), permanecendo em área não sombreada. Além disso, na face de baixo da camada superior, foi aplicada uma folha com a face superior aluminizada, feita a partir da união de várias embalagens abertas de Tetra Pak[®] de leite, para redução da carga térmica radiante que migra para o interior do abrigo. Essas embalagens são feitas de papel (cartão), plástico (polietileno de baixa densidade) e alumínio. O papel corresponde a 75% da embalagem, o plástico a 20% e o alumínio a 5% (TETRA PAK, 2003).

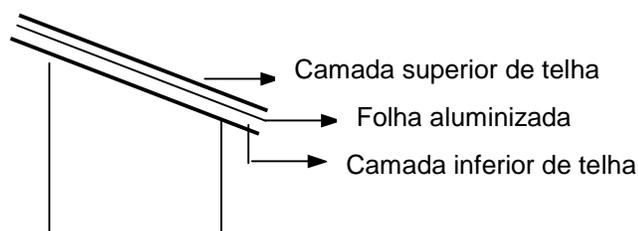


FIGURA 12. Esquema do bezerreiro com telhado duplo com folha aluminizada.

Em correspondência a cada grupo de seis abrigos, foram alocados cinco animais, permanecendo assim um abrigo desocupado por grupo (**Figura 13**), de modo a permitir avaliar a influência da presença do animal nas condições climáticas internas.

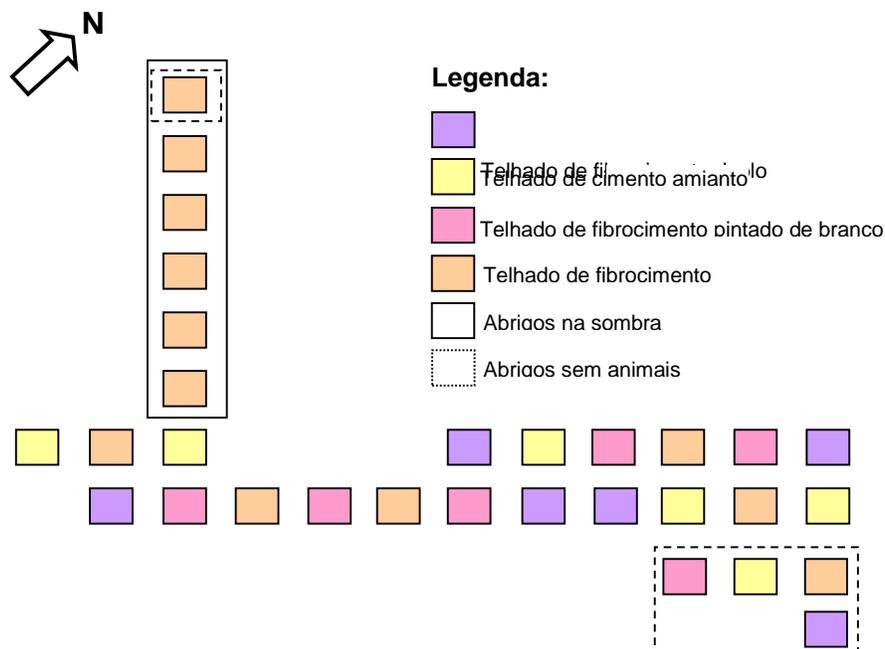


FIGURA 13. Esquema (sem escala) da disposição dos abrigos utilizados, na área experimental.

3.7 Parâmetros Avaliados

3.7.1 Parâmetros Climáticos

Foram coletadas as temperaturas ambientes de globo negro, bem como a umidade relativa do ar. Para a obtenção da temperatura de globo negro, foram utilizados termômetros de globo, confeccionados com bolas de tênis de mesa esféricas de 3,5 cm de diâmetro externo, pintadas com tinta preta fosca, em conjunto com termômetros de mercúrio da marca Incoterm[®], com escala de -10°C a 60°C e precisão de 1°C. A montagem foi realizada de

modo que o reservatório de mercúrio do termômetro ficasse no centro geométrico da esfera (SILVA, 2000). A umidade relativa do ar e a temperatura ambiental foram coletadas por meio de termo-higrômetro da marca Haar-Synth Hygro[®], com escala de 0 a 100% e precisão de 1% para a umidade relativa e escala de -15°C a 55°C e precisão de 1°C para a temperatura ambiente.

Os instrumentos climáticos foram colocados em alçapões de madeira (**Figura 14**), com o objetivo de protegê-los dos animais, e instalados no lado interno do abrigo no centro da lateral direita, a uma altura de 80 cm do solo, pouco acima da cabeça dos animais.



FIGURA 14. Visualização dos instrumentos protegidos por alçapão no interior dos abrigos.

Para caracterizar o ambiente na região do experimento, foi utilizada a estação meteorológica Campbell Scientific modelo 21X(L) (**Figura 15**), existente junto ao Laboratório de Construções Rurais e Ambiente da FZEA, a cerca de 200 metros do local do experimento, para medida dos seguintes

dados meteorológicos: temperatura ambiente, umidade relativa do ar, precipitação, velocidade do vento e radiação global.



FIGURA 15. Visualização da estação meteorológica.

O conforto térmico foi avaliado por meio do dia crítico para bezerros. Entende-se por dia crítico aquele de entalpia elevada, a partir da qual começa a se acentuar o estresse térmico. Esse valor foi determinado como sendo 66,08 kJ/kg de ar seco, obtido a partir da temperatura crítica superior de 25°C (SILVA, 2000) e da umidade relativa do ar de 75% (KELLY *et al.*, 1984). A entalpia foi calculada por meio do programa computacional GRAPSI 4,0[®], da Universidade Federal de Viçosa, que considera a temperatura de bulbo seco (°C), umidade relativa (%) e a pressão barométrica local, cujo valor foi de 603,14 mmHg.

3.7.1.1 Índices de Conforto Térmico

Carga Térmica Radiante (CTR)

A Carga Térmica Radiante foi determinada pela **Equação 5**, proposta por ESMAY (1979):

$$\text{CTR} = \delta (\text{TMR})^4 \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

CTR = carga térmica radiante (Wm^{-2})

$\delta = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ (constante de Stefan-Boltzman);

TMR = temperatura média radiante

$$\text{TMR} = 100 [2,51 \times (\text{Vv})^{0,5} \times (\text{Tg} - \text{Ta}) + (\text{Tg}/100)^4]^{1/4}$$

Onde:

Vv = velocidade do vento (m/s)

Ta = temperatura ambiente (K)

Tg = temperatura de globo negro (K)

Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU)

O ambiente térmico representado pela temperatura, umidade relativa e velocidade do ar e radiação, representados pelo índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), afeta diretamente os animais (SARTOR *et al.*, 2000b).

BUFFINGTON *et al.* (1981) propuseram o Índice de Temperatura de Globo e Umidade para vacas de leite. Esse índice foi desenvolvido com base no Índice de Temperatura e Umidade, mas usando a temperatura de

globo negro no lugar da temperatura de bulbo seco. Foi então expresso como na **Equação 6**:

$$ITGU = T_g + 0,36 T_o + 41,5 \quad (\text{Equação 6})$$

Em que:

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

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

BUFFINGTON *et al.* (1981) concluíram que, nas condições ambientais em que os animais são expostos à radiação solar, o Índice de Temperatura de Globo e Umidade é mais preciso indicador de estresse que o Índice de Temperatura e Umidade. Ainda observaram que a taxa de respiração e a temperatura retal são diretamente relacionadas com o Índice de Temperatura de Globo e Umidade.

Índice de Temperatura de Globo Negro (ITG)

Segundo SEVEGNANI (1997) também é muito utilizada a temperatura de globo negro, sendo ela própria entendida como um índice (ITG).

Para BEDFORD e WARNER (1934), o termômetro de globo negro é uma maneira de se indicar os efeitos combinados de radiação, convecção, e sua influência no organismo vivo.

3.7.2 Parâmetros Fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos analisados foram temperatura retal e frequência respiratória. Ambas foram coletadas a cada dois dias e no horário das 14 horas (considerado o horário de maior desconforto térmico, segundo FERREIRA, 1993), em todos os animais de cada tratamento, com o devido cuidado para se evitar o estresse dos animais.

Durante a coleta, os animais permaneciam tranquilos, sendo que a contenção era realizada pela própria coleira à qual eram presas nos abrigos. A temperatura retal foi medida com termômetro digital, que permanecia no reto do animal por aproximadamente um minuto. A medida de frequência respiratória foi realizada pela contagem dos movimentos respiratórios dos animais (flanco) durante 30 segundos, para depois ser calculada a frequência por minuto.

3.7.3 Indicativo Econômico

Foram registrados o consumo de matéria-prima e de energia elétrica, tempo de utilização dos equipamentos, tempo total de produção e quebras, para o cálculo dos custos de produção e dos índices de produtividade, projetados a partir das condições laboratoriais disponíveis para o experimento. O cálculo dos custos envolveu a depreciação (perda de valor linear ao longo da vida útil dos equipamentos) e o custo alternativo, de

acordo com CUNHA *et al.* (2001). Para o cálculo da depreciação dos equipamentos, adotou-se valor residual de 5% do valor novo e vida útil de dez anos. O custo alternativo do capital empatado nesses equipamentos, levou em conta a média dos valores novo e residual, com a aplicação de taxa de juros de 6% ao ano. Não foram computados custos com mão-de-obra, por entender-se que essa produção é artesanal e se aplica adequadamente à autoconstrução, pela baixa produtividade que lhe é característica, e também por não exigir operários treinados ou de elevada força física.

3.8 Análise Estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado e a análise estatística foi realizada por meio do programa SAS (1992). Para os dados climáticos foi utilizado um arranjo em parcelas subdivididas, com os tratamentos (telhados) como parcelas principais e os horários de coleta dentro de cada tratamento como subparcelas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis Climáticas

A **Tabela 5** apresenta os registros climáticos médios coletados pela estação meteorológica, bem como a média de precipitação pluviométrica durante o período experimental (17 de setembro a 2 de novembro de 2002).

TABELA 5 – Médias de temperatura, umidade relativa, e precipitação pluviométrica no período experimental.

Variáveis	Média (37 dias)
Temperatura mínima (°C)	16,63
Temperatura máxima (°C)	31,89
Umidade relativa mínima (%)	35,92
Umidade relativa máxima (%)	100,00
Umidade relativa (%)	68,22
Pluviosidade total (mm)	54,10
Velocidade do vento mínima (m/s)	0,00
Velocidade do vento máxima (m/s)	23,55

Neste trabalho, para análise dos dados, selecionaram-se os dias em que a entalpia das 14 horas, horário mais quente do dia, esteve acima da considerada crítica (66,08 kJ/kg de ar seco). Foram observados 37 dias

nessa condição, sendo que toda análise dos dados climáticos a seguir refere-se a esses dias.

A **Tabela 6** apresenta os valores médios dos parâmetros climáticos para cada tratamento, nos 37 dias críticos analisados, sem a distinção dos horários.

TABELA 6 – Valores médios das variáveis climáticas nos 37 dias críticos analisados.

Variáveis	Ami/Sol*	Cel/Sol*	Cel/Som*	Dup/Sol*	Pin/Sol*
Entalpia (kJ/kg ar seco)	93,53	90,84	88,43	91,69	91,70
CTR	493,56	481,93	485,58	482,95	482,08
ITGU	80,26	79,36	78,75	79,65	79,52
TBS (°C)	29,99	29,63	28,74	29,99	29,76
TGN (°C)	29,96	29,33	28,84	29,58	29,43
UR (%)	73,21	72,38	74,53	71,38	72,62

* Ami/Sol: amianto/sol; Cel/Sol: celulose/sol; Cel/Som: celulose/sombra; Dup/Sol: duplo/sol; Pin/Sol: pintado/sol.

A seguir, será realizada análise detalhada de cada uma das variáveis climáticas avaliadas.

4.1.1 Temperatura de Bulbo Seco

De acordo com os valores médios da temperatura de bulbo seco obtidos nos cinco tratamentos para os diferentes horários de coleta, houve interação entre tratamento e hora ($P < 0,05$).

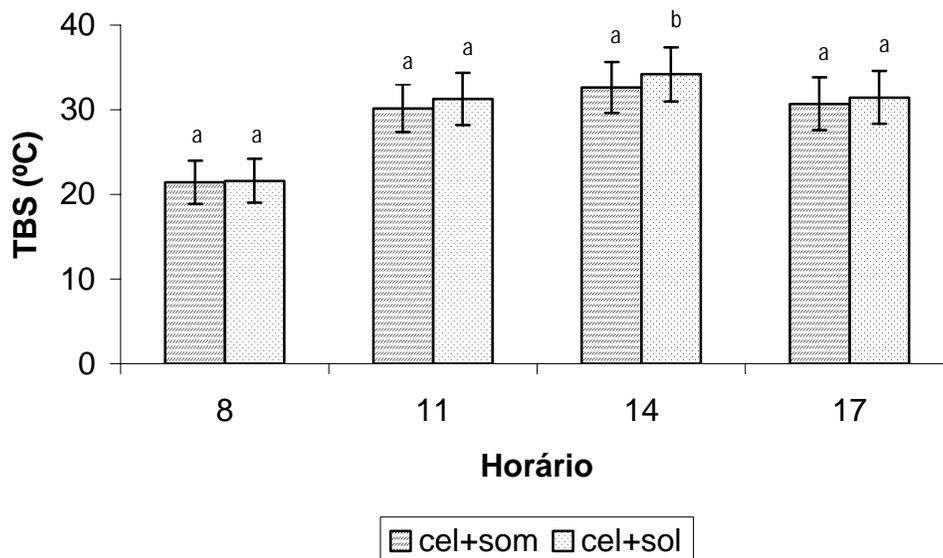


FIGURA 16. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura de bulbo seco (°C) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.

Nota-se que quando os abrigos cobertos com telhado de cimento celulose colocados ao sol e os abrigos colocados em área sombreada são comparados, há diferença significativa ($P < 0,05$) apenas no horário de coleta das 14 horas (FIGURA 16), onde os valores da temperatura de bulbo seco são respectivamente 34,19°C e 32,63°C.

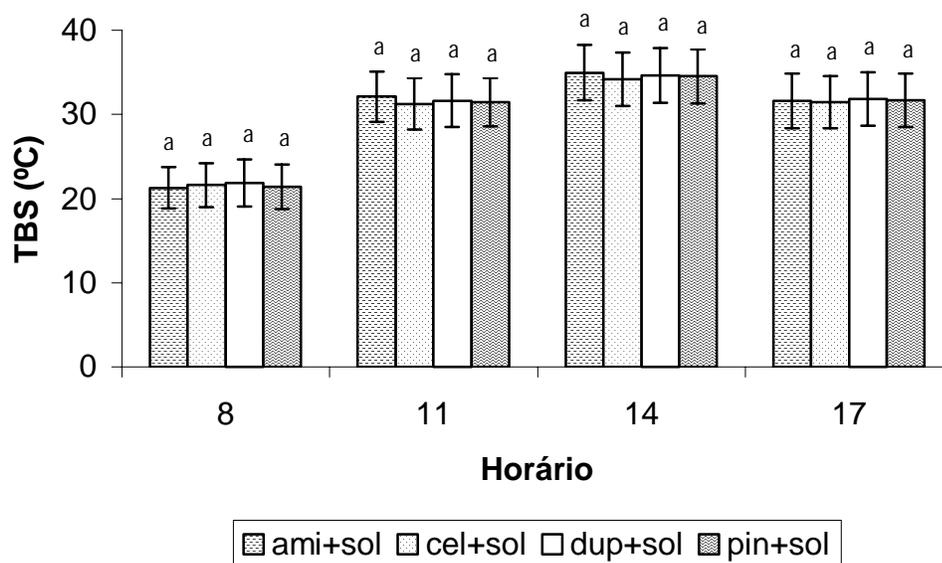


FIGURA 17. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.

Os valores da temperatura de bulbo seco não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) para os quatro horários de coleta, quando os abrigos colocados ao sol são comparados entre si (**FIGURA 17**).

SOUSA (1998) encontrou valores médios de TBS no horário das 7 horas iguais a $12,98^{\circ}\text{C}$, $19,13^{\circ}\text{C}$, $19,58^{\circ}\text{C}$ e $17,93^{\circ}\text{C}$ para abrigos individuais móveis, abrigos individuais móveis cobertos, abrigos à pasto e abrigos convencionais dentro do estábulo, respectivamente. E para o horário das 15 horas encontrou valores médios de TBS iguais a $34,35^{\circ}\text{C}$, $29,95^{\circ}\text{C}$, $32,28^{\circ}\text{C}$ e $28,25^{\circ}\text{C}$ para os mesmos abrigos. Segundo MULLER (1989), a zona de conforto térmico para bezerros é entre 13 e 23°C , sendo que as

temperaturas ideais no presente experimento ocorreram somente no primeiro horário de coleta (8 horas).

4.1.2 Umidade Relativa

De acordo com os valores médios da umidade relativa, obtidos nos cinco tratamentos para os diferentes horários de coleta, não houve interação entre tratamento e hora ($P>0,05$).

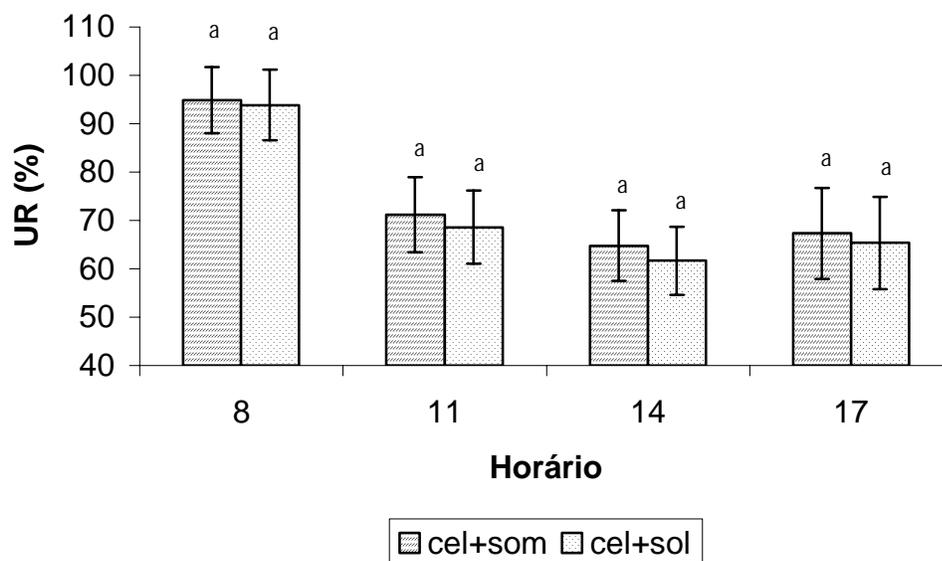


FIGURA 18. Valores médios e respectivos desvios padrão da umidade relativa (%) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.

Os valores da umidade relativa não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) para todos os horários de coleta, quando os abrigos

cobertos com telhado de cimento celulose colocado ao sol são comparados com os abrigos de telhado de cimento celulose colocado em área sombreada (**FIGURA 18**).

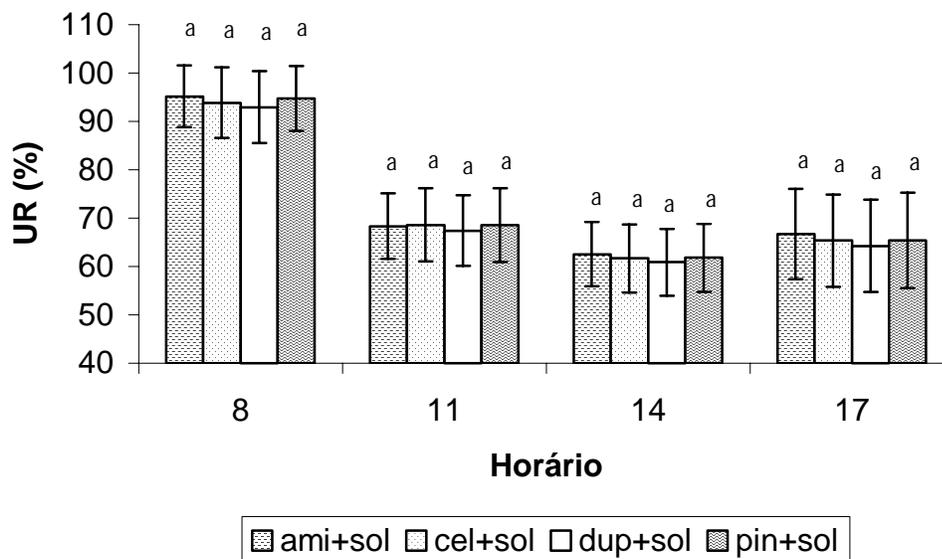


FIGURA 19. Valores médios e respectivos desvios padrão de umidade relativa (%) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.

Os valores da umidade relativa não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) para todos os horários de coleta, quando os abrigos colocados ao sol são comparados entre si (**Figura 19**).

SOUSA (1998) encontrou valores médios de umidade relativa no horário das 7 horas iguais a 87,18%, 89,62%, 89,67% e 88,15% para abrigos individuais móveis, abrigos individuais móveis cobertos, abrigos à pasto e abrigos convencionais dentro do estábulo, respectivamente. E para

o horário das 15 horas encontrou valores médios de umidade relativa iguais a 80,25%, 83,52%, 82,68% e 80,24% para os mesmos abrigos. Segundo CAMPOS (1985), admite-se como valores aceitáveis valores de UR compreendidos entre 70 e 80%. Assim, somente às 11 horas foi possível isso nos abrigos sombreados. No horário das 8 horas, a UR esteve acima do aceitável em todas as instalações e, às 14 e 17 horas, a UR esteve abaixo do aceitável.

4.1.3 Entalpia

De acordo com os valores médios da entalpia obtidos nos cinco tratamentos para os diferentes horários de coleta, houve interação entre tratamento e hora ($P < 0,05$).

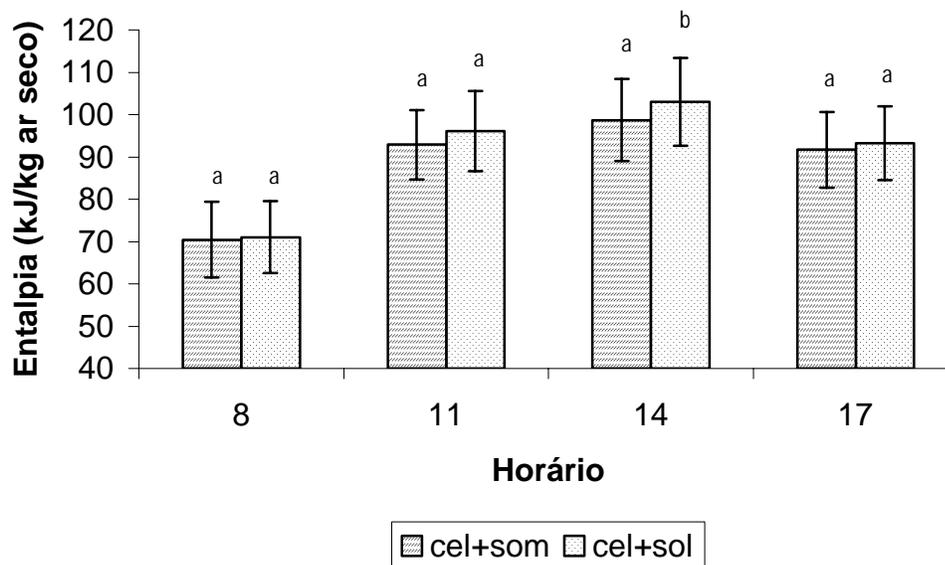


FIGURA 20. Valores médios e respectivos desvios padrão da entalpia (kJ/kg de ar seco) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.

Nota-se que quando os abrigos cobertos com telhado de cimento celulose colocados ao sol e os abrigos colocados em área sombreada são comparados, há diferença significativa ($P < 0,05$) apenas no horário de coleta das 14 horas (**FIGURA 20**), onde os valores da entalpia são respectivamente 102,97 kJ/kg de ar seco e 98,71 kJ/kg de ar seco.

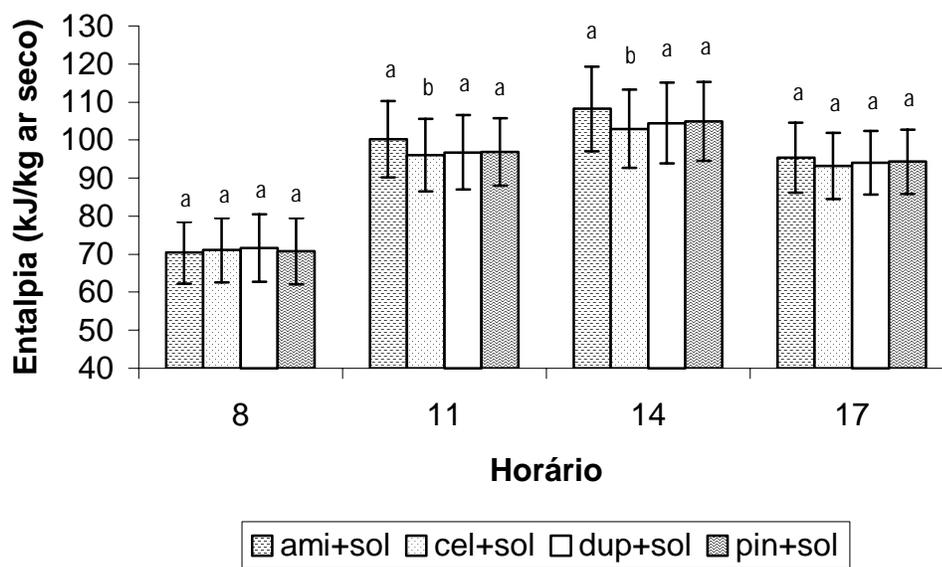


FIGURA 21. Valores médios e respectivos desvios padrão de entalpia (kJ/kg de ar seco) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.

Os valores da entalpia apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) nos horários de coleta das 11 e 14 horas, quando os abrigos colocados ao sol são comparados entre si (**FIGURA 21**).

Os abrigos cobertos com telhado de cimento celulose apresentaram valores significativamente menores ($P < 0,05$) de entalpia, quando comparados com os demais abrigos. Às 11 horas os valores de entalpia foram 100,23, 96,09, 96,76 e 96,84 para os tratamentos amianto/sol, celulose/sol, duplo/sol e pintado/sol respectivamente. E às 14 horas os valores de entalpia foram de 108,18, 102,97, 104,44 e 104,86 para os mesmos tratamentos.

4.1.4 Temperatura de Globo Negro

De acordo com os valores médios da temperatura de globo negro obtidos nos cinco tratamentos para os diferentes horários de coleta, houve interação entre tratamento e hora ($P < 0,05$).

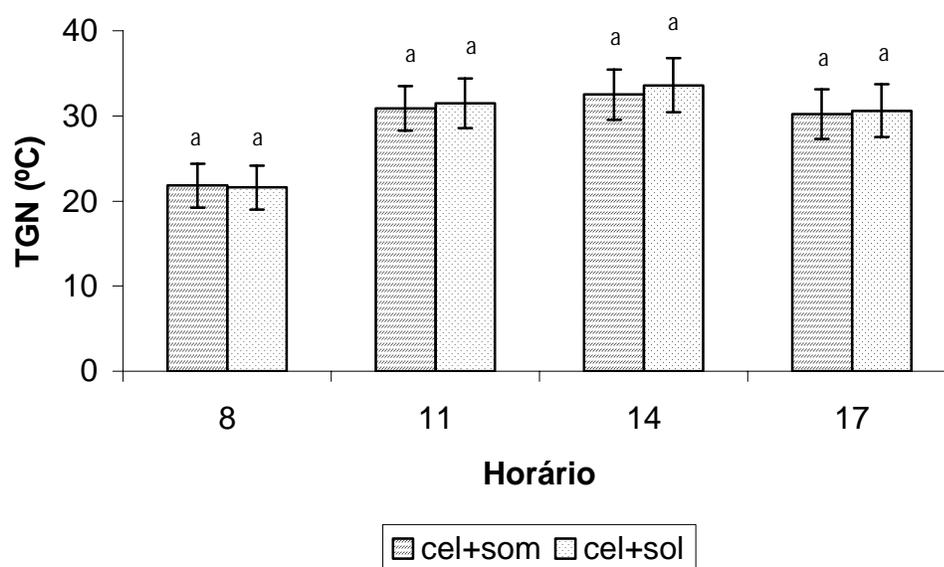


FIGURA 22. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura de globo negro ($^{\circ}\text{C}$) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.

Os valores da temperatura de globo negro não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) para os quatro horários de coleta, quando os abrigos cobertos com telhado de cimento celulose colocado ao sol são comparados com os abrigos de telhado de cimento celulose colocado em área sombreada (**FIGURA 22**).

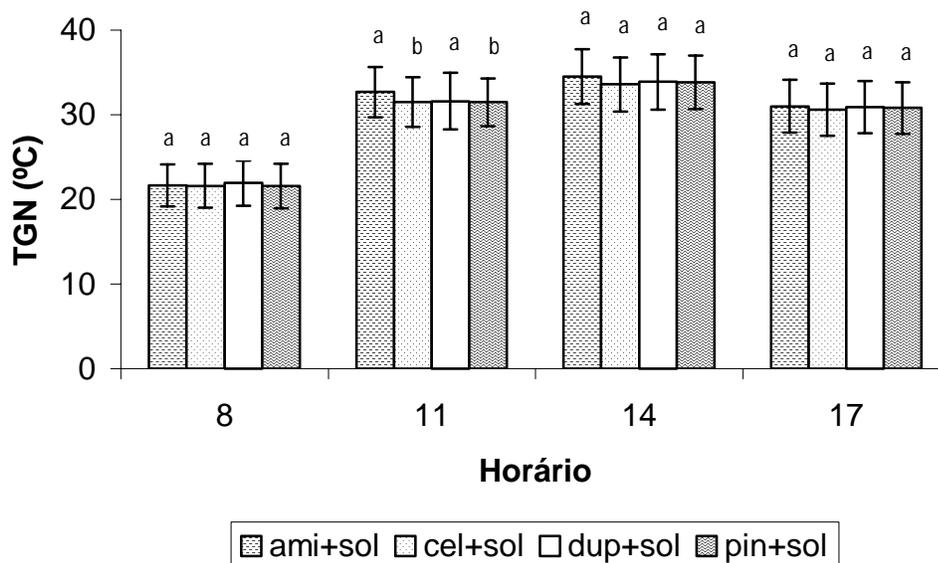


FIGURA 23. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura de globo negro ($^{\circ}\text{C}$) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.

Os valores da temperatura de globo negro apresentaram diferença significativa no horário de coleta das 11 horas, quando os abrigos colocados ao sol são comparados entre si (**FIGURA 23**).

Os abrigos cobertos com telhado de cimento celulose e pintado apresentaram valores significativamente menores ($P < 0,05$) de temperatura de globo negro, quando comparados com os abrigos cobertos com telhado de cimento amianto e cimento celulose em camada dupla. Às 11 horas os valores da temperatura de globo negro foram $32,68^{\circ}\text{C}$, $31,51^{\circ}\text{C}$, $31,61^{\circ}\text{C}$ e $31,47^{\circ}\text{C}$ para os tratamentos amianto/sol, celulose/sol, duplo/sol e pintado/sol respectivamente.

SOUSA (1998) encontrou valores médios de temperatura de globo negro no horário das 7 horas iguais a 20,48°C, 20,09°C, 21,24°C e 18,93°C para abrigos individuais móveis à céu aberto, abrigos individuais móveis cobertos, abrigos à pasto e abrigos convencionais dentro do estábulo cobertos com telha de cimento amianto, respectivamente. E para o horário das 15 horas encontrou valores médios de temperatura de globo negro iguais a 35,95°C, 31,00°C, 35,55°C e 29,70°C para os mesmos abrigos.

4.1.5 Carga Térmica Radiante

De acordo com os valores médios da carga térmica radiante obtidos nos cinco tratamentos para os diferentes horários de coleta, houve interação entre tratamento e hora ($P < 0,05$).

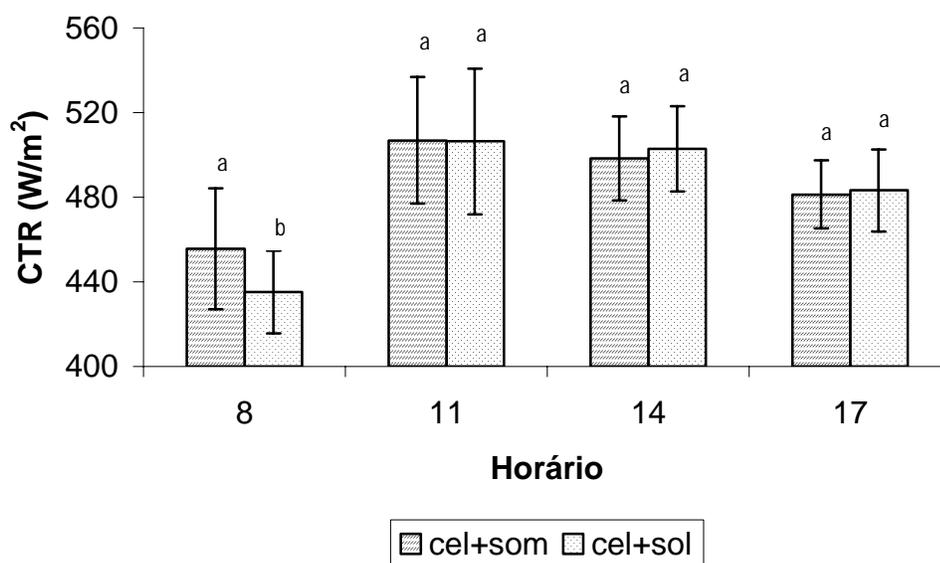


FIGURA 24. Valores médios e respectivos desvios padrão da carga térmica radiante (W/m^2) nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.

Nota-se que quando os abrigos cobertos com telhado de cimento celulose colocados ao sol e os abrigos colocados em área sombreada são comparados, há diferença significativa ($P < 0,05$) apenas no horário de coleta das 8 horas (**FIGURA 24**), onde os valores da carga térmica radiante são respectivamente $435,19 \text{ W/m}^2$ e $455,74 \text{ W/m}^2$.

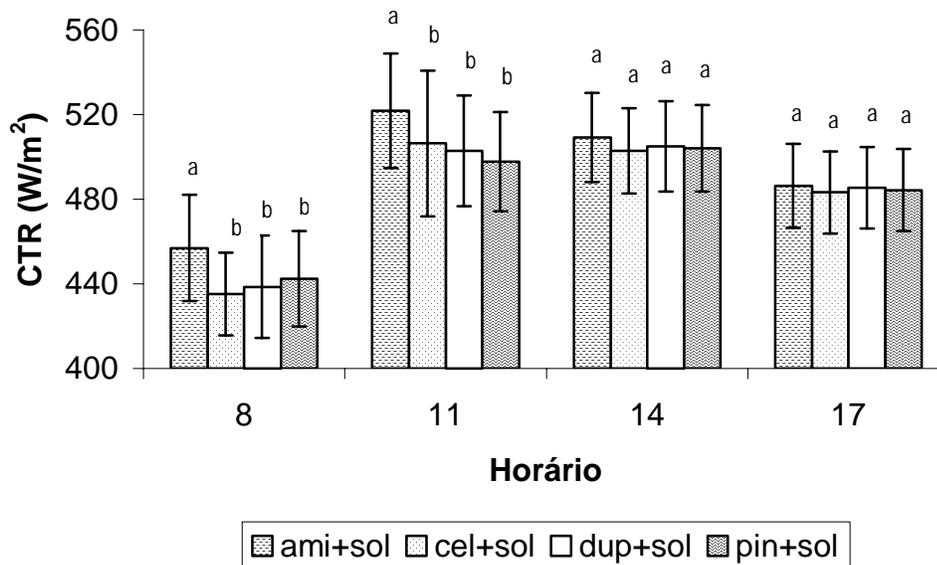


FIGURA 25. Valores médios e respectivos desvios padrão da carga térmica radiante (W/m^2) nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.

Os valores da carga térmica radiante apresentaram diferença significativa nos horários de coleta das 8 e 11 horas, quando os abrigos colocados ao sol são comparados entre si (**FIGURA 25**).

Os abrigos cobertos com telhado de cimento amianto apresentaram valores significativamente maiores ($P < 0,05$) de carga térmica radiante, quando comparados com os demais abrigos. Às 8 horas os valores da carga térmica radiante foram $456,90 \text{ W/m}^2$, $435,19 \text{ W/m}^2$, $438,60 \text{ W/m}^2$ e $442,31 \text{ W/m}^2$ para os tratamentos amianto/sol, celulose/sol, duplo/sol e pintado/sol respectivamente. E às 11 horas os valores de carga térmica radiante foram de $521,85 \text{ W/m}^2$, $506,41 \text{ W/m}^2$, $502,88 \text{ W/m}^2$ e $497,73 \text{ W/m}^2$ para os mesmos tratamentos.

Uma observação deve ser feita em relação ao valor de velocidade do vento adotado neste experimento. Adotou-se para a fórmula de carga térmica radiante, velocidade do vento igual à velocidade do vento local (ambiente externo aos abrigos).

Se os resultados encontrados (velocidade do vento igual ao do ambiente externo), forem comparados com resultados utilizando-se velocidade de vento nula teremos uma redução nos valores da CTR de aproximadamente 2,64%. E se compararmos com o valor de velocidade do vento para ambientes fechados (máximo de 0,2 m/s) (NÄÄS, 1989) teremos uma redução na CTR de 2,17%.

SOUSA (1998) encontrou valores médios de carga térmica radiante no horário das 7 horas iguais a 447,34 W/m², 447,51 W/m², 460,60 W/m² e 433,65 W/m² para abrigos individuais móveis, abrigos individuais móveis cobertos, abrigos à pasto e abrigos convencionais dentro do estábulo, respectivamente. E para o horário das 15 horas encontrou valores médios de umidade relativa iguais a 550,99 W/m², 507,69 W/m², 582,66 W/m² e 507,17 W/m² para os mesmos abrigos.

Segundo FERREIRA (1993), a telha de cimento amianto simples apresentou valor de CTR às 8 horas maior quando comparada com as telhas de barro, respectivamente 530 W/m² e 500 W/m². Às 11 e 14 horas 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). No primeiro horário, os valores de CTR foram 540 W/m² (cimento amianto), 530 W/m²

(telha de zinco), 490 W/m^2 (telha de alumínio), 510 W/m^2 (telha de barro) e 495 W/m^2 (telha térmica), enquanto que no segundo horário os valores de CTR foram 570 W/m^2 , 565 W/m^2 , 540 W/m^2 , 540 W/m^2 e 545 W/m^2 respectivamente.

Comparando os valores de CTR apresentados no presente trabalho com os encontrados por MOURA *et al.* (1991) verifica-se que os valores encontrados neste trabalho são menores para os abrigos cobertos com telhado de cimento amianto simples, que apresentaram valores iguais a $474,73 \text{ W/m}^2$ às 8 horas, $545,84 \text{ W/m}^2$ às 11 horas e de $592,91 \text{ W/m}^2$ às 14 horas.

4.1.6 Índice de Temperatura de Globo e Umidade

De acordo com os valores médios de índice de temperatura de globo e umidade obtidos nos cinco tratamentos para os diferentes horários de coleta, houve interação entre tratamento e hora ($P < 0,05$).

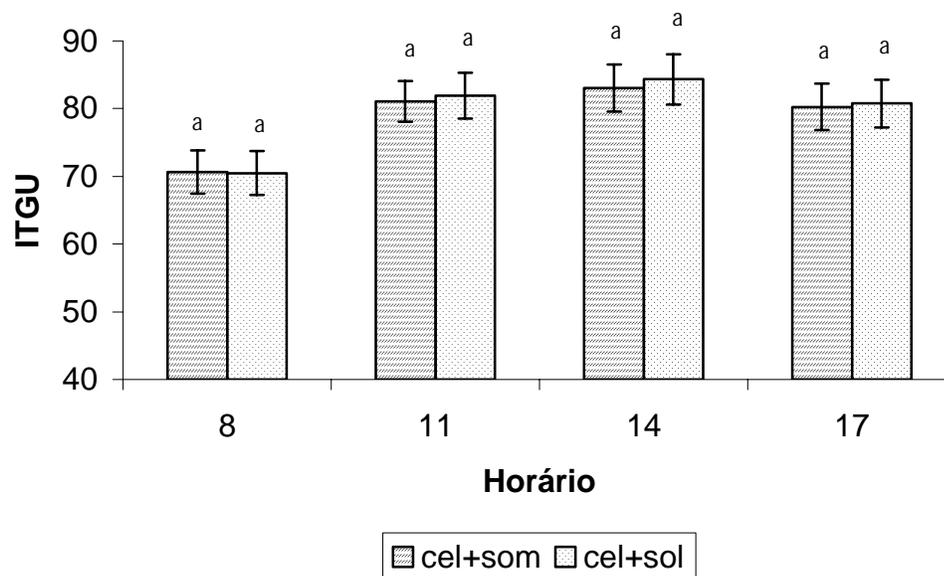


FIGURA 26. Valores médios e respectivos desvios padrão do índice de temperatura de globo e umidade nos diferentes horários de coleta para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.

Os valores do índice de temperatura de globo e umidade não apresentaram diferença significativa (para todos os horários de coleta), quando os abrigos cobertos com telhado de cimento celulose colocado ao sol são comparados com os abrigos de telhado de cimento celulose colocado em área sombreada (**FIGURA 26**).

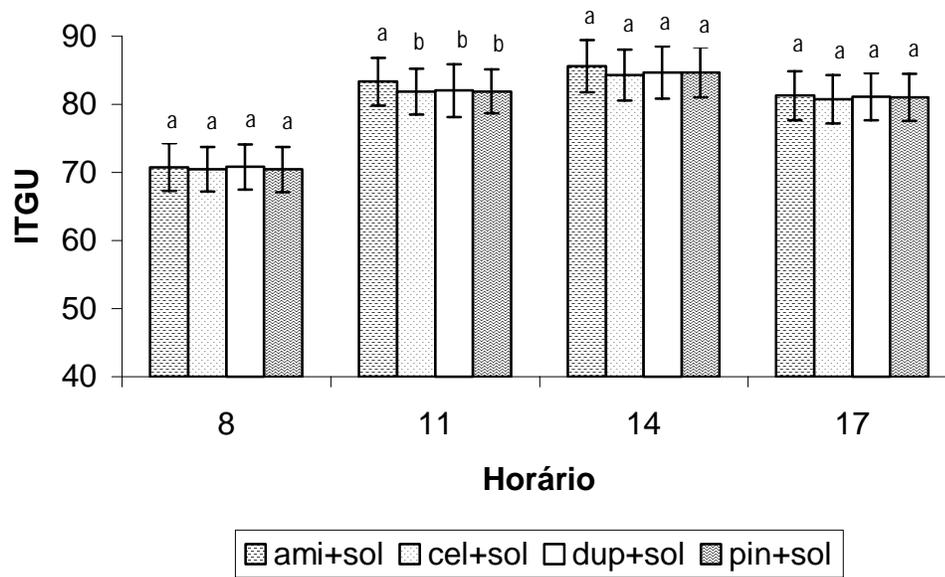


FIGURA 27. Valores médios e respectivos desvios padrão do índice de temperatura de globo e umidade nos diferentes horários de coleta para os abrigos localizados no sol.

Os valores do índice de temperatura de globo e umidade apresentaram diferença significativa no horário de coleta das 11 horas, quando os abrigos colocados ao sol são comparados entre si (**FIGURA 27**).

Os abrigos cobertos com telhado de cimento amianto apresentaram valores significativamente maiores ($P < 0,05$) do índice de temperatura de globo e umidade, quando comparados com os demais abrigos. Às 11 horas os valores do índice de temperatura de globo e umidade foram 83,34, 81,90, 82,02 e 81,91 para os tratamentos amianto/sol, celulose/sol, duplo/sol e pintado/sol respectivamente.

SOUSA (1998) encontrou valores médios do índice de temperatura de globo e umidade, às 7 horas iguais a 68,05, 68,70, 69,14 e 66,08 para abrigos individuais móveis, abrigos individuais móveis cobertos, abrigos à pasto e abrigos convencionais dentro do estábulo, respectivamente. E para as 15 horas encontrou valores médios do índice de temperatura de globo e umidade iguais a 88,35, 82,10, 87,41 e 79,97 para os mesmos abrigos.

Segundo FERREIRA (1993), a telha de cimento amianto simples apresentou valor de ITGU às 8 horas maior quando comparada com as telhas cerâmicas, respectivamente 76 e 75. Às 11 e 14 horas 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 84,0, 83,0, 82,0, 81,0 e 81,5 respectivamente.

SILVA *et al.* (1990) apresentaram valor de ITGU para o telhado de cimento amianto de 84,87 às 11 horas e de 87,24 às 14 horas, mostrando que esse tipo de cobertura oferece um desconforto ambiental. Já SEVEGNANI *et al.* (1994) apresentaram valores de ITGU para o mesmo tipo de telhado igual a 76,50 às 8 horas, de 80,00 às 11 horas, de 83,00 às 14 horas e de 73,00 às 17 horas. Se os valores de ITGU deste trabalho forem comparados com os trabalhos citados neste parágrafo, estes se encontram como valores intermediários.

SARTOR *et al.* (2000a) encontraram maiores valores de ITGU no horário compreendido entre 12 e 14 horas em instalações para frangos de corte. NÄÄS *et al.* (2001) encontraram valores de ITGU às 14:30 de: (i) 82,00 para telhas de fibrocimento com uma demão de pintura látex branco, (ii) 81,48 para telhas de celulose e matriz à base de material betuminoso (marca Onduline) com uma demão de pintura branca em tinta tipo cerâmica, e (iii) 81,66 para essas telhas de celulose com uma demão de pintura de látex branco.

Segundo SANTOS (1993), as instalações apresentam conforto térmico para os animais quando apresentam médias de ITGU abaixo do valor de 74,0 que delimita a situação de “conforto” e a de “alerta”. Neste trabalho foi observada esta situação somente para o horário das 8 horas para todas as instalações.

4.2 Variáveis de Termorregulação

A coleta dos dados de termorregulação dos animais foi realizada a partir de 27 de setembro de 2002, sendo coletados em dias alternados até 2 de novembro de 2002, com o total de 16 coletas, onde todos os dias de coleta se encontravam nos dias críticos quanto a entalpia.

A **Tabela 7** apresenta as médias dos parâmetros de termorregulação para cada tratamento, para os 16 dias de coleta.

TABELA 7 – Valores médios das variáveis de termorregulação para os 16 dias analisados.

Variáveis	Tratamentos				
	CSM*	ASL*	CSL*	DSL*	PSL*
Temperatura retal (°C)	39,0	39,5	39,6	39,5	39,6
Frequência respiratória (mov/min)	42,5	54,2	54,7	56,2	53,9

* CSM: celulose/sombra; ASL: amianto/sol; CSL: celulose/sol; DSL: duplo/sol e PSL: pintado/sol.

4.2.1 Frequência Respiratória

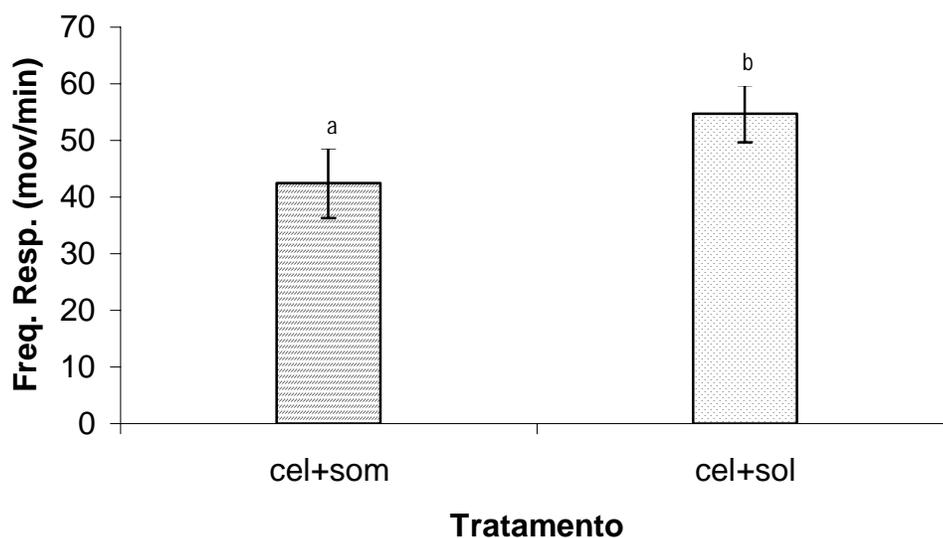


FIGURA 28. Valores médios e respectivos desvios padrão da frequência respiratória para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.

Nota-se que quando os abrigos cobertos com telhado de cimento celulose colocados ao sol e os abrigos colocados em área sombreada são comparados, há diferença significativa ($P < 0,05$) na frequência respiratória dos animais (**FIGURA 28**), onde os valores são de 42,5 movimentos/minuto para os animais localizados na sombra e de 54,7 movimentos/minuto para os animais localizados em área sem sombra. Ou seja, trata-se de um aumento acima de 25% para a frequência respiratória dos animais mantidos no abrigo ao sol.

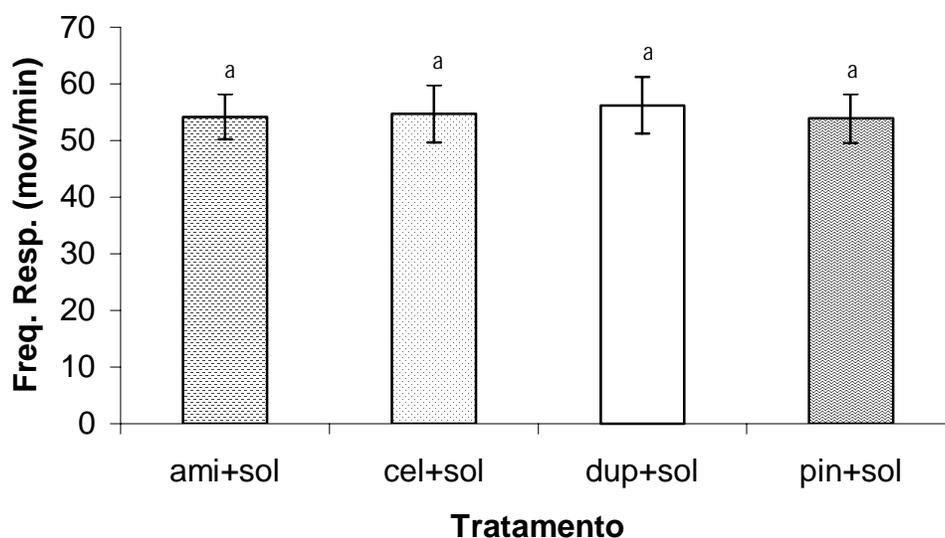


FIGURA 29. Valores médios e respectivos desvios padrão da frequência respiratória para os abrigos localizados no sol.

Os valores da frequência respiratória dos animais não apresentaram diferença significativa, quando os abrigos colocados ao sol são comparados entre si (**FIGURA 29**).

SILANIKOVE (2000) sugeriu uma classificação da condição de estresse térmico em bovinos através da frequência respiratória, onde os animais que apresentassem uma taxa entre 40 – 60 movimentos/minuto, estariam em baixo estresse, de 60 – 80 movimentos/minuto em médio estresse, de 80 – 120 movimentos/minuto em alto estresse e acima de 120 movimentos/minuto em estresse severo.

SOUZA *et al.* (1992) encontrou valores médios de frequência respiratória de 47 movimentos/minuto, 55 movimentos/minuto, 55 movimentos/minuto e 51 movimentos/minuto, 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.

MARTELLO (2002) mostrou que a frequência respiratória crítica para vacas é de 60 movimentos/minuto, o que indica que todas as instalações do presente experimento propiciaram ambiente desejável do ponto de vista das frequências respiratórias dos animais, já que estas apresentaram-se menores que o valor crítico. Os valores de frequência respiratória encontrados foram menores, se comparados aos encontrados por DAS *et al.* (1999), que reportaram um valor médio de 69,91 movimentos/minuto no horários das 14 horas para bezerros bubalinos.

4.2.2 Temperatura Retal

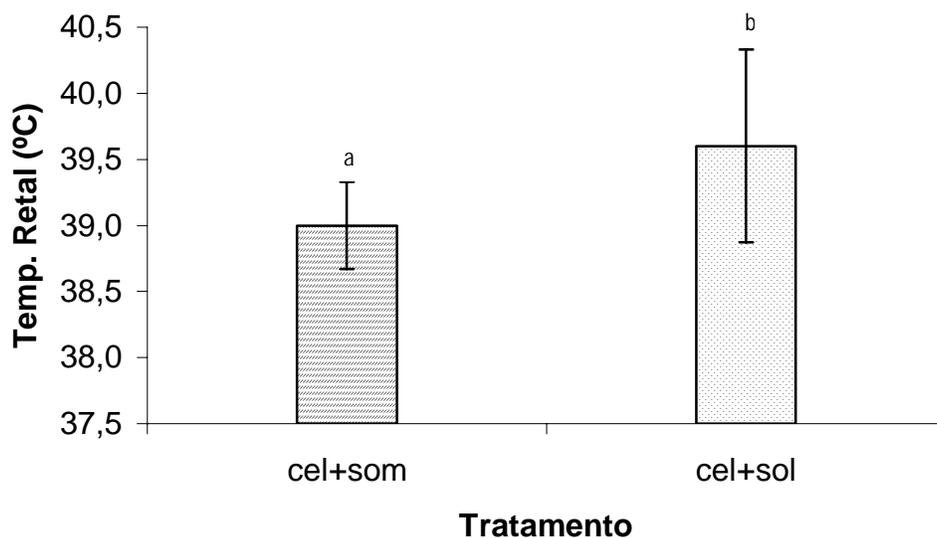


FIGURA 30. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal para os tratamentos celulose/sombra e celulose/sol.

Nota-se que quando os abrigos cobertos com telhado de cimento celulose colocados ao sol e os abrigos colocados em área sombreada são comparados, há diferença significativa ($P < 0,05$) na temperatura retal dos animais (**FIGURA 30**), onde os valores são de 39,0°C para os animais localizados na sombra e de 39,6°C para os animais localizados em área sem sombra.

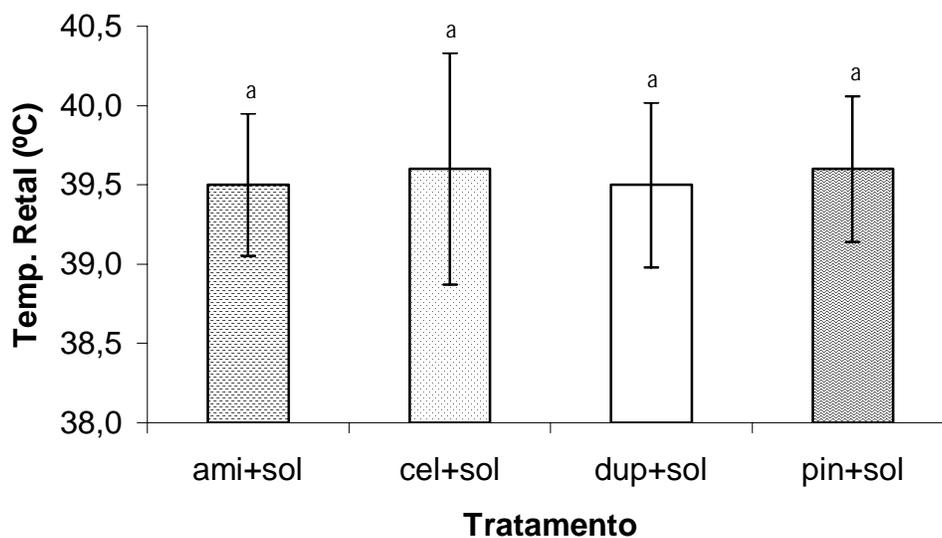


FIGURA 31. Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal para os abrigos localizados no sol.

Os valores da temperatura retal dos animais não apresentaram diferença significativa, quando os abrigos colocados ao sol são comparados entre si (**FIGURA 31**).

SOUZA *et al.* (1992) encontraram valores médios de temperatura retal de 39,3°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.

De acordo com SILVA (2000), citado por MARTELLO (2002), a faixa consideradas normal para a temperatura retal de vacas varia entre 37,5°C a 39,3°C. Assim sendo, se compararmos os resultados obtidos neste

experimento, verificamos que as temperaturas retais encontravam-se acima da faixa ideal, com exceção dos abrigos instalados na área sombreada.

Mas, os valores de temperatura retal de todos os tratamentos mostram-se inferiores àqueles encontrados por DAS *et al.* (1999) que encontraram valores de temperatura retal de bezerros bubalinos às 14 horas de 39,97°C.

Segundo CAMPOS (1985) a faixa ideal de temperatura retal para bezerros situa-se entre 38,0 e 39,3°C. No presente estudo isso foi encontrado somente nos animais instalados em ambiente sombreado.

4.3 Resultados dos Índices Calculados X Termorregulação

Foi realizada uma comparação entre os índices de conforto térmico e as variáveis fisiológicas com o objetivo de encontrar uma possível relação entre eles. Utilizou-se para tal comparação o Índice de Temperatura de Globo e Umidade e Carga Térmica Radiante e as variáveis fisiológicas (temperatura retal e frequência respiratória) para a média dos tratamentos no horário das 14 horas.

Nas **FIGURAS 32 e 33**, são observadas as leituras para frequência respiratória e os dois índices de conforto térmico e, nas **FIGURAS 34 e 35** são observadas as leituras para temperatura retal e os dois índices de conforto térmico.

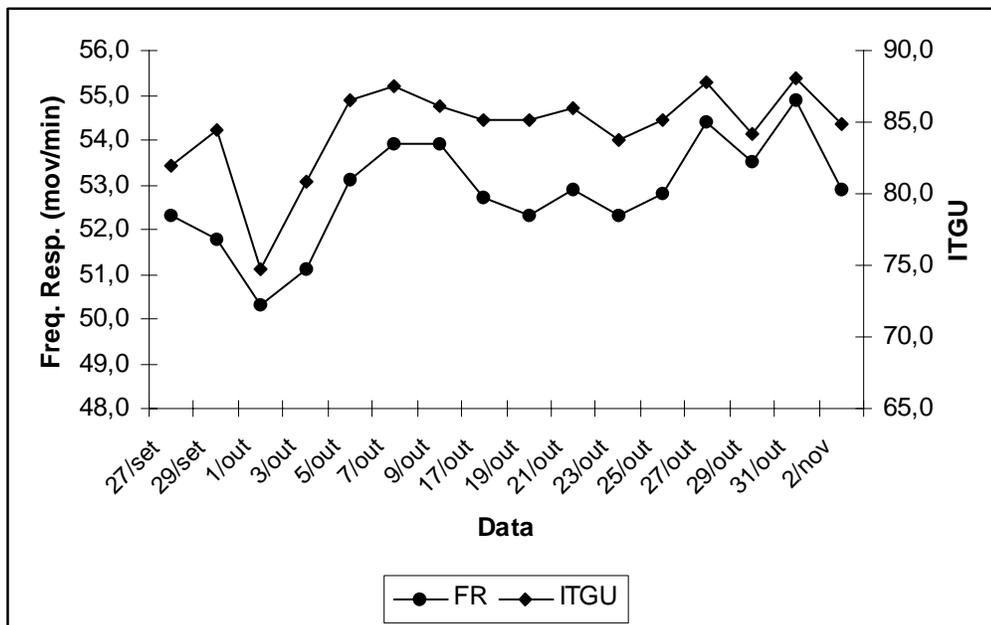


FIGURA 32. Valores médios da frequência respiratória e ITGU nos dias de coleta dos dados fisiológicos.

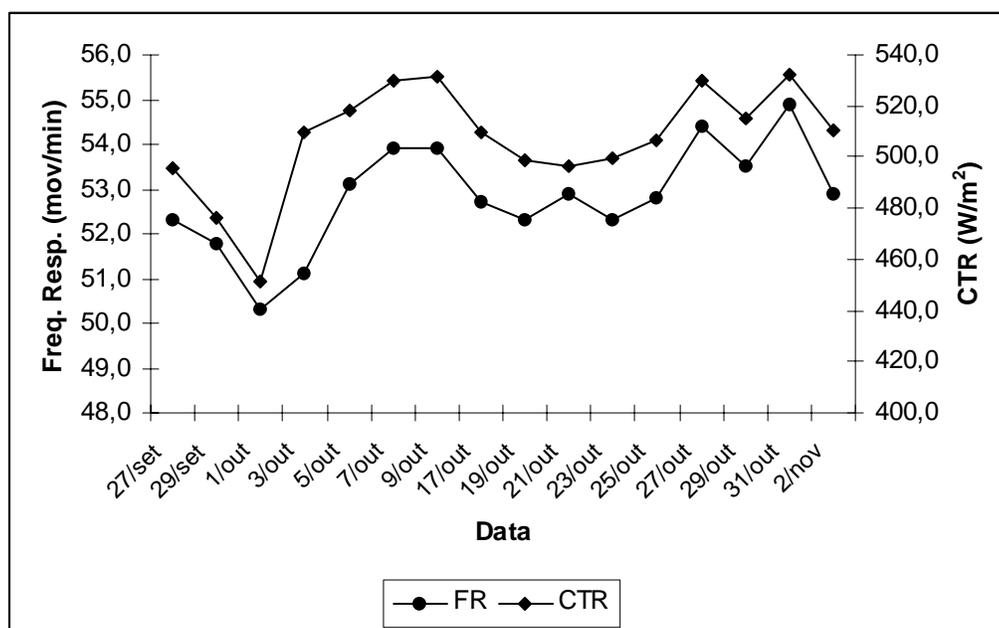


FIGURA 33. Valores médios da frequência respiratória e CTR nos dias de coleta dos dados fisiológicos.

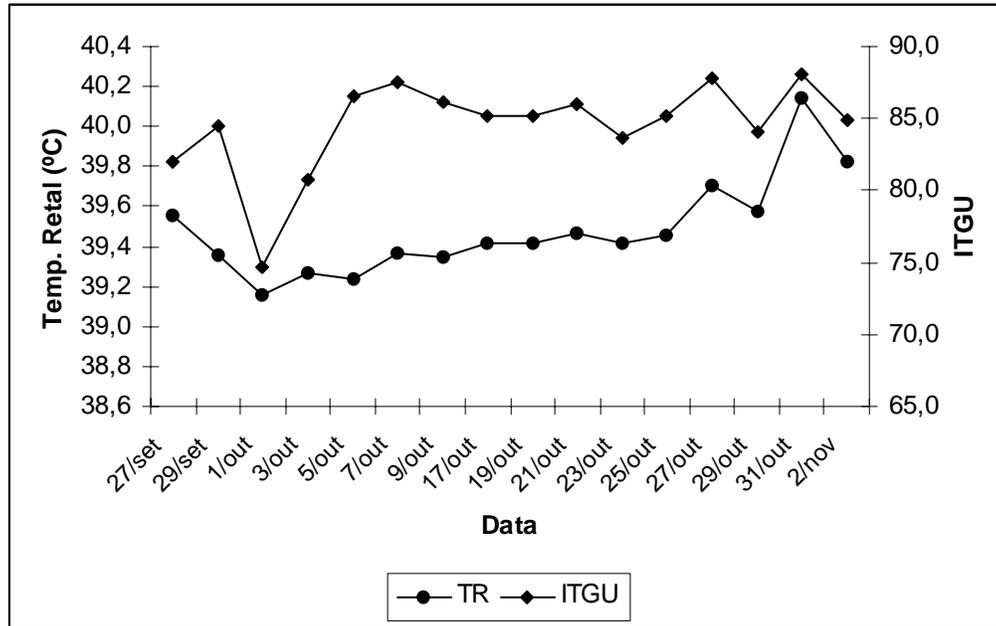


FIGURA 34. Valores médios da temperatura retal e ITGU nos dias de coleta dos dados fisiológicos.

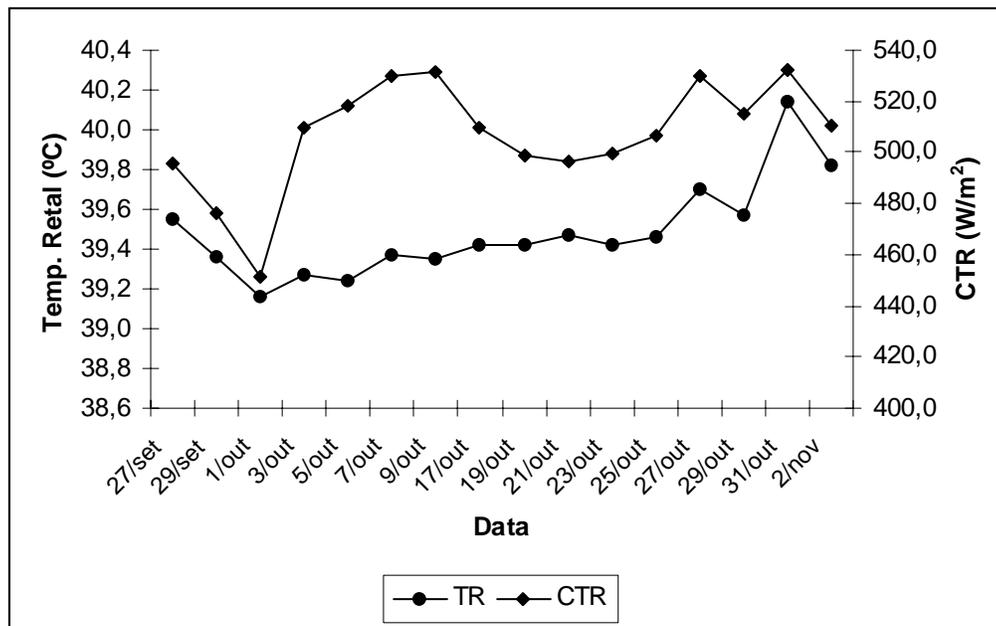


FIGURA 35. Valores médios da temperatura retal e CTR nos dias de coleta dos dados fisiológicos.

Nota-se que entre as duas variáveis fisiológicas, a que apresentou melhor correlação com os índices de conforto térmico foi a frequência respiratória.

Os resultados encontrados estão de acordo com SOUZA *et al.* (1992), que encontraram os menores valores de termorregulação quando os bezerros estavam em ambientes com os menores valores de ITGU e CTR.

4.4 Resultados da Caracterização das Telhas de Cimento

Celulose

Após a utilização das telhas de cimento celulose no experimento, foram realizadas as determinações das propriedades físicas e mecânicas, sendo que tais telhas estavam com 210 dias de idade.

4.3.1 Propriedades Físicas

Na Tabela 8 são apresentados os resultados das propriedades físicas das telhas de cimento celulose (aos 210 dias) fabricadas para o experimento.

Tabela 8. Valores das propriedades físicas das telhas de cimento celulose aos 210 dias.

	Resultados	Média
Absorção de água (% em massa)	25,87 – 29,01	27,92 ± 1,13
Massa específica (kg/m ²)	1,421 – 1,481	1,453 ± 0,02
Volume aparente de vazios (% em volume)	38,31 – 41,54	40,53 ± 1,17
Espessura (mm)	7,52 – 10,90	9,22 ± 1,58

Os valores de absorção de água (% em massa) do presente experimento estiveram dentro dos valores da norma ABNT-NBR 7581 (1993) para telhas de fibrocimento, onde o valor deve ser igual ou inferior a 37%.

SAVASTANO JÚNIOR e PIMENTEL (2000), encontraram valor médio para absorção de água em massa de 12,3% para a mesma fibra, mas utilizando cimento CII-32F (composto) e areia lavada de rio (módulo de finura = 2,12, dimensão máxima característica = 2,4mm). Já SILVA (2002) encontrou valores médios de propriedades físicas de compósitos produzidos com matriz à base de escória de alto-forno ativado com cimento Portland com 12% de fibra de celulose de eucalipto iguais a: absorção (25,2%); massa específica (1,42g/cm³) e porosidade (35,6%).

SAVASTANO JÚNIOR (2002) encontrou valor médio para absorção de água em massa de 43,68% para telhas com base de escória de alto-

forno e de 40,62% para telhas com base de CIII, ambas reforçadas com fibras de eucalipto.

4.3.2 Propriedades Mecânicas

Na **Tabela 9** são apresentados os resultados das propriedades mecânicas das telhas de cimento celulose (aos 210 dias) fabricadas para o experimento.

Tabela 9. Valores das propriedades mecânicas das telhas de cimento celulose aos 210 dias.

	Resultados	Média
Energia específica (N.mm)	49,12 – 76,70	59,70 ± 11,34
Deformação específica (mm)	0,014 – 0,021	0,018 ± 0,002
Deformação total (mm)	4,85 – 7,93	6,64 ± 1,08
Carregamento (N)	372,00 – 799,00	534,67 ± 146,79

SAVASTANO JÚNIOR (2000) encontrou valor de energia específica igual a 435 J/m², para telhas produzidas com polpa de celulose de eucalipto com relação água/cimento igual a 0,50 e com matriz à base de escória de alto-forno. O menor valor médio de energia específica, encontrado no presente trabalho (~60 J/m²), pode ser parcialmente justificado pela idade das telhas na data de execução do ensaio (210 dias), o que sabidamente

está relacionado ao ataque da polpa celulósica pela matriz de cimento (SAVASTANO JÚNIOR, 2002).

O valor encontrado para a capacidade de suporte da telha (carregamento máximo) está próximo do mínimo recomendado por GRAM & GUT (1994), que é de aproximadamente 550 N para telhas saturadas. Os resultados mecânicos de uma maneira geral, demonstraram que a telha fabricada atende com limitações aos requisitos de desempenho preestabelecidos. Estudos complementares já se encontram em andamento, para o aprimoramento das formulações e do processo produtivo desses elementos alternativos de construção.

4.4 Custos e Viabilidade Econômica

Na **Tabela 10** é possível visualizar o custo de produção de um milheiro de telhas cimento celulose produzidos no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente que foram utilizados no presente experimento. Relembrando que não foi computado o custo com mão-de-obra por tratar-se de uma produção artesanal e que não exige especialização.

E na **Tabela 11** são apresentados os custos de vários tipos de coberturas em comparação com as encontradas para a cobertura de

cimento celulose. O levantamento de preços foi realizado no mês de maio de 2003.

TABELA 10. Quantidades e custos para produção de um milheiro de telhas.

Item	Especificação	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Matéria-prima	Cimento CPIII	kg	513,00	0,3360	172,37
	Escória	Kg	837,00	0,0895	74,91
	Microsilica	Kg	67,50	0,9800	66,15
	Fibra	Kg	67,50	0,0537	3,62
Energia elétrica	Mesa vibratória	kWh	47,00	0,2630	12,36
	Betoneira	kWh	11,50	0,2630	3,02
Depreciação	Equipamentos: mesa vibratória, betoneira e fôrmas				45,43
Custo alternativo	(Valor novo total = R\$ 14.601,14)				15,06
TOTAL					392,92

Obs.: Cotação do dólar norte-americano no mercado paralelo em 28/11/2002 = R\$ 3,58.

TABELA 11. Comparação de preços de coberturas.

Telha	Quant/m ²	R\$ (unid)	Telha (R\$/m ²)		Madeira (R\$/m ²)		Total (R\$)
			Material	MO	Estrutura	MO	
Fibrocimento 4mm	0,38	14,19	5,39	2,90	12,85	9,77	30,91
Fibrocimento 6mm	0,50	17,99	8,99	2,90	12,85	9,77	34,51
Cimento celulose	12,5	0,39	4,91	9,61	19,20	14,67	48,39
Cerâmica Romana	16,0	0,39	6,24	9,61	19,20	14,67	49,72
Cerâmica Francesa	16,0	0,65	10,40	9,61	19,20	14,67	53,88
Cerâmica Paulista	24,0	0,48	11,52	9,61	19,20	14,67	55,00

O preço final encontrado para a instalação da cobertura (em m²) das telhas de cimento celulose foi inferior se comparado com os preços finais de telhas cerâmicas (Romana, Paulista e Francesa), devido ao seu menor custo de produção e, o preço final das telhas de cimento celulose é maior quando comparado com as telhas de cimento amianto (4mm e 6 mm), devido a um maior gasto na estrutura do telhado.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se:

1) A temperatura de globo negro e o Índice de Temperatura de Globo e Umidade apresentaram resultados apropriados quanto à medição do conforto térmico animal, diferenciando adequadamente os tratamentos.

2) A Carga Térmica Radiante não apresentou valores compatíveis com os demais índices, o que pode ser parcialmente atribuído a problemas com a coleta dos valores da velocidade de vento.

3) Os animais abrigados em área sombreada apresentaram valores menores de termorregulação, se comparados aos animais mantidos em abrigos expostos ao sol.

4) O custo das instalações com telhas de cimento celulose é menor se comparado a instalações correspondentes com telhas cerâmicas. Mas o custo dessas instalações com telhas de cimento celulose é maior se comparado com as telhas de cimento amianto, em razão do custo da estrutura do telhado.

5) Demonstrou-se uma nítida correlação entre os índices de conforto térmico e as variáveis fisiológicas, em especial frequência respiratória, acompanhados no presente experimento para o período crítico selecionado. Essa constatação comprova a validade dos índices de conforto escolhidos para avaliação da termorregulação de bovinos jovens em abrigos individuais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COSTA, O. A. D. Avaliação de coberturas de cabanas de maternidade em sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (Siscal), no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1728 - 1734, 2001.

AGOPYAN, V. **Materiais reforçados com fibras para a construção civil nos países em desenvolvimento: o uso de fibras vegetais**. São Paulo, 1991. 204p. Tese (Livre-Docência) -- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Telha ondulada de fibrocimento*. Rio de Janeiro: ABNT NBR 7581, 1993, 5 p.

BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., Goiânia, 1998. **Anais...** Goiânia: SBMet, 1998. p. 136 - 161.

BAETA, 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, MG, v. 1, n. 2, p. 1 - 12, 1992.

BAETA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. p. 25.

BASIN-RAS. Roofing from waste materials. **Basin-News**, p. 28 - 30, 1994.

BEDFORD, T.; WARNER, C. G. The globe temperature in studies of heating and ventilation. **Industrial Health Research Board**, 1934. 7p.

BOND, T. E.; KELLY, C. F. **The globe thermometer in agricultural research**. Agricultural Engineering, St. Joseph, MI. 1955. 10p.

BOND, T. E.; NEUBAUER, L. W.; GIVENS, R. L. The influence of slope and orientation on effectiveness of livestock shades. **Transaction of the ASAE**, v. 19, n. 11, p. 134 - 136, 1976.

BROOM, D. M. The scientific assessment of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 20, p. 5 - 19, 1988.

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.

CALDAS, A.; MELO NETO, A. A.; JOHN, V. M.; PIRES SOBRINHO, C. W. A. Tecnologias alternativas para habitação: o uso de cinzas residuais para produção de novos materiais e componentes construtivos. In: Congresso Internacional de Gestão da Qualidade na Construção Civil. GEQUACIL/POLI, 4., 2000, Recife/PE.

CAMPOS, O. F. Criação de bezerros até a desmama. Coronel Pacheco, MG.: CNPGL/EMBRAPA, 1985. 77 p.

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

CAMPOS, O. F.; LIZIEIRI, R. S. Alimentação e Manejo de Bezerras de Reposição em Rebanhos Leiteiros. Coronel Pacheco, MG.: CNPGL/EMBRAPA, 1996.

CINCOTTO, M. A. Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil. In: Tecnologia de edificações. São Paulo, 1988.

CLARK, J. A. **Environmental aspects of housing for animal production**. Nottingham England: British Library Cataloguing in Publication Data. 1981. 510p.

CLOSE, W. H.; MOUNT, L. E. The effects of plane of nutrition and environmental temperature on the energy metabolism of the growing pig. 1. Heat loss and critical temperature. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 40, p. 413 - 421, 1978.

COSTA, E. C. Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural. São Paulo: Edgard Blücher, 264 p., 1982.

COUTTS, R. S. P. Wood fibre reinforced cement composites. In: SWAMY, R. N. Natural fibre reinforced cement and concrete. Londres: Blackie and Son Ltd., p. 1 - 58, 1988.

CUNHA, L.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; MIASIRO, H. Y. Fabricação de telhas de argamassa de cimento portland com adição de escória de alto forno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., Foz do Iguaçu, 2001. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBEA, 2001.

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

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

DELVASTO, S. A.; GUTIERREZ, R.; LOPEZ, M. M. **Como hacer tejas com fibra de fique**. 2 ed. Cali: Departamento de Materiales de Ingeniería – Universidad del Valle, 1995. 16p. (Programa “Aprovechamiento Integral del Fique”, 4.)

DEVITO, R. A.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; CUNHA, L. Matrizes à base de cimento reforçadas com celulose de *Eucalyptus grandis*. **Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 11 - 21, 2002.

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

FEHR, R. L.; PRIDDY, K. T.; McNEILL, S. G.; OVERHULTS, D. G. Limiting swine stress with evaporative cooling in the southeast. **Transactions of the ASAE**, v. 26, n. 4, p. 542 - 545, 1993.

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

FIALHO, E. T. Influência da temperatura ambiental sobre a utilização da proteína e energia em suínos em crescimento e terminação. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 1994. p. 63 - 83.

GHAVAMI, K.; TOLÊDO FILHO, R. D.; BARBOSA, N. P. Behaviour of composite soil reinforced with natural fibres. **Cement and Concrete Composites**, v. 21, p. 39 - 48, 1999.

GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O.; 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., Londrina, 1991. **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. p. 94 - 110.

GIANNASI, F.; THEBÁUD-MONY, A. Occupation exposures to asbestos in Brazil. **International Journal of Occupation and Environmental Health.** Philadelphia, 1997.

GITAU, G. K.; McDERMOTT, J. J.; WALTNER-TOEWS, D.; LISSEMORE, K. D.; OSUMO, J. M.; MURIUKI, D. Factors influencing calf morbidity and mortality in smallholder dairy farms in Kiambu District of Kenya. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 21, p. 167 - 177, 1994.

GRAM, H. E.; GUT, P. **Directives pour le controle de qualite.** St Gallen: Skat/BIT, 1994. 69p. (Serie Pedagogique TFM/TVM: Outil 23).

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

GUIMARÃES, S. S. Vegetable fiber-cement composites. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON VEGETABLE PLANTS AND THEIR FIBRES AS BUILDING MATERIALS, 2., 1990, Salvador. **Proceedings...** London: Chapman and Hall, 1990. p. 98 - 107.

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

HANSEN, P. J.; ARECHIGA, C. F. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 2, p. 36 - 50, 1999.

HARDOIM, P. C.; LOPES, S. P. Análise comparativa de cinco tipos de materiais de cobertura em condições de temperatura máxima em Lavras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., Ilhéus, 1993. **Anais...**, Ilhéus: SBEA, 1993. p. 107 - 117.

JOHN, V. M. Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos. In: WORKSHOP RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, São Paulo, 1996. **Anais...** São Paulo: EP-USP/Antac, 1997. p. 21 - 30.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre docência) -- EPUSP, São Paulo, 2000.

KELLY, C. F.; BOND, T. E.; ITTNER, N. R. Design of livestock shades. **California Agriculture**, Berkeley, p. 3 - 4, 1954.

KELLY, T. G.; DODD, V. A.; RUANE, D. J.; FALLON, R. J.; TUITES, P. J. An assessment of the influence of some housing designs and environmental factors on calf performance. **Journal of Agriculture Research**, v. 30, p. 175 - 184, 1984.

KHEDARI, J.; SUTTISONK, B.; PRATINTHONG, N.; HIRUNLABH, J. New lightweight composite construction materials with low thermal conductivity. **Cement and Concrete Composites**, v. 23, p. 65 - 70, 2001.

KOENISBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S. V. Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales. Madrid: Paraninfo, 1977. 278 p.

LEE, A. **O impacto da substituição do telhado de fibrocimento.** Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

LOPES, W. G. R.; VALENCIANO, M. D. C. M.; MARTINS, S. C. F.; BERALDO, A. L.; AZZINI, A. Descrição do processo construtivo e avaliação do comportamento térmico de edificação com bambu. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION INTO THE NEXT MILLENNIUM: ENVIRONMENTALLY FRIENDLY AND INNOVATIVE CEMENT BASED MATERIALS, João Pessoa, 2000. **Anais...** João Pessoa: Souza, 2000. p. 379 - 393.

LOPEZ, J.; JESSE, G. W.; BECKER, B. A.; ELLERSIECK, M. R. Effects of temperature on the performance of finishing swine. 1. Effects of a hot, diurnal temperature on average daily gain, feed intake, and feed efficiency. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 1843 - 1849, 1991.

LUCCI, C. S. - **Bovinos leiteiros jovens.** São Paulo: Nobel/EDUSP, 1989. p. 318 - 355.

MACHADO, P. F. Umidade: o inimigo oculto. **Revista Gado Holandês**, v.64, n. 482, p. 21 - 24, 1999.

MAGALHÃES, J. A.; TAKIGAWA, R. M.; TAVARES, A. C.; TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A. Determinação da tolerância de bovinos e bubalinos ao calor do trópico úmido. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu, 1998. p. 70 - 72.

MARTA FILHO, J. **Método quantitativo de avaliação de edificações para animais, através da análise do mapeamento dos índices de conforto térmico.** Botucatu, 1993. 159p. Tese (Doutorado) -- Universidade Júlio de Mesquita/UNESP.

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

McDOWELL, R. E.; HOOVEN, N. W.; CAMOENS, J. K. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 59, p. 965-973, 1976.

MORGAN, W. E. **Heat reflective roof coatings**. Chicago: ASAE, 1990. 12 p. (Paper nº 904513).

MORRISEY, F. E.; COUTTS, R. S. P.; GROSSMAN, P. U. A. Bond between cellulose fibers and cement. **International Journal of Cement Composites Lightweight Concrete**, v. 7, n. 2, p. 73-80, 1985.

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., Londrina, 1991. **Anais...** Londrina, 1992. p. 114-131.

MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção de animais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., Ilhéus, 1993. **Anais...** Ilhéus: SBEA - CEPLAC, 1993. v.1, p.42-46.

MULLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. Ed. Porto Alegre. 1989. 262 p.

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

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

NÄÄS, 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.

NÄÄS, I. A.; SILVA, I. J. O. Técnicas modernas para melhorar a produtividade dos suínos através do controle ambiental. In: **Ingeniería Rural**

y Mecanización Agraria en el Ámbito Latinoamericano. Balbuena, 1998, p. 464-472.

OLIVEIRA, C. T. A. Água do poro de pastas cimento de escória. 2000. 162 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

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, Curitiba, 1995. **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, P. R. L.; JOSEPH, K.; LEAL, A. F. Concreto leve reforçado com polpa de sisal: material de baixa condutividade térmica para uso em edificações rurais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2000. (Em CD-ROM).

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

PHILLIPS, B. W. La cria de ganado en ambientes desfavorables. Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1955. Statistical Analysis System. 6 ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., USA, 1985, 429p.

PORTUGAL, J. A. B.; PIRES, M. F. A.; DURÃES, M. C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminação em vacas da raça

Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 2, p. 154-159, 2000.

PUTZ, J. Asbest Report: Vom Wunderstoff Zur Altlast. Verlagsgesellschaft, Köln, 1989 (em alemão).

RODRIGUES, E. H. V.; NÄÄS, 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.

ROSA, Y. B. C. T. Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico, em condições de verão, para Viçosa. Viçosa, 1984. 77p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

SANTOS, A. C. **Análise de diferentes tipos de bezerreiros individuais móveis, para duas estações de outono e inverno na região de Viçosa**. Viçosa, 1993. 99 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.

SANTOS, J. A. Diarréia em bezerros – Prevenção e tratamento rápido, a melhor solução. **Revista Balde Branco**, São Paulo, v. 28, n. 329, p. 24-28, 1992.

SARTOR, V.; BAÊTA, F. C.; ORLANDO, R. C.; LUZ, M. L.; TINÔCO, I. F. F. Efeito de sistemas de resfriamento evaporativo em instalações para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 20, n. 2, p. 87-97, 2000.

SARTOR, V.; BAÊTA, F. C.; TINÔCO, I. F. F. Efeito de modificações ambientais de verão nos índices de conforto térmico, em maternidades de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2000b. (Em CD-ROM).

SAS Institute. SAS® **User's Guide**: statistics. Cary, NC: Institute Inc., 1992.

SAVASTANO JÚNIOR, H. **Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. Tese (Livre-docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

SAVASTANO JÚNIOR, H. Sustainable cement based materials and techniques for rural construction. In: AGRIBUILDING 2001, Campinas/SP. **Proceedings...** Concórdia/SC, 2001. p. 8-27. (Em CD-ROM) / Invited lecture.

SAVASTANO JÚNIOR, H. Uso de fibras naturais em substituição ao amianto na construção civil. In: 1ª CONFERÊNCIA PAULISTA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA, 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Centro de Produção Mais Limpa, Senai/Seco, Abiclor, Cetesb e outros, 2002. v. 1, p. 1-20.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; AGOPYAN, V.; NOLASCO, A. M.; PIMENTEL, L. L. Plant fibre reinforced cement components for roofing. **Construction and Building Materials**, Kidlington, v. 13, n. 8, p. 433-438, 1999.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; PIMENTEL, L. L. Viabilidade do aproveitamento de resíduos de fibras vegetais para fins de obtenção de material de construção. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v. 4, n. 1, p. 103-110, 2000.

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

SAXENA, M.; MORCHHALE, R. K.; MESHAM, A. N.; KHAZANCHI, A. C. Development of sisal cement composites as substitute for asbestos cement components for roofing. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FIBRE REINFORCED CEMENT AND CONCRETE, 4., Sheffield, 1992. **Proceedings...** London: E&FN Spon, 1992. p. 1140-1151.

SEVEGNANI, K. B. **Avaliação de tinta cerâmica em telhados de modelos em escala reduzida, simulando galpões para frangos de corte.** Campinas, 1997. 64p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

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

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

SILVA, A. C. **Estudo da durabilidade de compósitos reforçados com fibras de celulose**. São Paulo, 2002. 128p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SILVA, I. J. O.; GHELFI FILHO, H.; CONSIGLIERO, F. R. Influência dos materiais de cobertura 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.

SMIDT, D. Advantages and problems of using integrated systems of indicators as compared to single traits. In: D. Smidt (Editor), Indicators Relevant to Farm Animal Welfare. **Curr. Top. Veterinary Medicine Animal Science**, v. 23, p. 201-207, 1983.

SOROUSHIAN, P.; MARIKUNTE, S. Reinforcement of cement-based materials with cellulose fibers thin-section fiber reinforced concrete and ferrocements SP-24. Detroit, Michigan: American Concrete Institute, p. 99-124, 1990.

SOROUSHIAN, P.; MARIKUNTE, S.; WON, J. P. Statistical evaluation of the physical properties of wood fiber-cement composites. In: BALAGARU, P. ACI SP-146 Thin reinforced concrete products and systems. Farmington Hills: American Concrete Institute, p. 131-138, 1994.

SOUSA, P. **Desempenho de bezerros Holandeses até 150 dias de idade, criados em diferentes tipos de instalações, no inverno e no verão**. Lavras, 1998. 113p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras.

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

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, v. 1, n. 1, 12 p., 1992.

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.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. DUKES – Fisiologia dos animais domésticos. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. 856p.

SWIFT, D. G. Sisal-cement composites and their potential for rural Africa. In: Composite Structures, 3. **Proceedings...** London, Elsevier Applied Science Publishers, 1985. p. 774-787.

TARRICONE, P. The asbestos agenda. Civil Engineering, ASCE, October, p. 48-51, 1989.

TETRA PAK. Disponível em <<http://www.tetrapak.com.br>>. Acesso em: 14 de maio de 2003.

THOM, E. C. Cooling degrees days air conditioning, heating and ventilating. **Transactions of the ASAE**. v.55, n.7, p.65-72, 1958.

TOLEDO, E. Coberturas residenciais: proteção térmica. São Paulo: Eternit, 1970. 76 p. (Boletim, 59).

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

TURCO, S. H. N.; ARAÚJO, G. G. L.; TEIXEIRA, A. H. C.; OLIVEIRA, E. M.; ALENCAR, S. C. Influência de alguns elementos climáticos sobre algumas variáveis fisiológicas de bovinos da raça Sindhi no semi-árido brasileiro. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1998. p. 82-84.

VALLE, C. E. Qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo, 1995.

VEIGA, J. S. Método de avaliação do efeito do calor em bovinos. In: SEMINÁRIO DE CLIMATOLOGIA ANIMAL, 1968. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1968, 1425p.

WELLS, S. J.; DARGATZ, D. A.; OTT, S. L. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 29, p. 9-19, 1996.

WEST, J. W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 77 (Supplement 2), p. 21-35, 1999.

WRIGHT, R. E.; VINES, D. T.; JENNY, B. F.; LINVILL, D. E.; PARR, B. H. Calf housing in a warm climate. In: NATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 2., 1983, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: ASAE, 1983. p. 235.