

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE UM APRISCO PARA A CIDADE DE SANTA MARIA/RS

Eudes Vinícius dos Santos (1); Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos (2); Mariela Camargo Masutti (3); Gabriel Ramos de Queiróz (4)

- (1) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, eudes_vinicius@hotmail.com
(2) Dr., Professor do Departamento de Estruturas e Construção Civil, joaquimpizzutti@hotmail.com
(3) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, mariela.arq@gmail.com
(4) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, gqueiroz3@gmail.com
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Santa Maria - RS, 97105-900, Tel.: (55) 3220-8837

RESUMO

A ovinocultura exerce papel fundamental na história e na pecuária do Rio Grande do Sul e vem se destacando como importante atividade econômica no Brasil. O Rio Grande do Sul, por sua vez, apresenta peculiaridades climáticas que inflige aos animais, em algumas situações, uma condição de desconforto térmico, gerando o chamado estresse térmico, que é um dos principais fatores limitantes da produção animal. Portanto, torna-se imprescindível a busca de estratégias que qualifiquem o conforto térmico, proporcionando bem estar aos animais e gerando um maior potencial na sua produção, principalmente quando se trata de confinamentos fechados. Pretende-se com essa pesquisa avaliar o conforto térmico que a construção, também denominada “aprisco”, proporciona aos animais, neste caso cordeiros e borregos, pertencentes ao laboratório de ovinocultura do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria/RS. As análises aqui tratadas concentraram-se no mês mais frio do inverno, através do levantamento das variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar e temperatura radiante), variáveis fisiológicas (temperatura retal, frequência respiratória e temperatura da epiderme) e imagens termográficas dos animais e da edificação considerada. Após a coleta dos dados calculou-se o Índice de Temperatura de Globo e o Umidade (ITGU) e Índice de Conforto Térmico (ICT). Dessa forma, torna-se possível avaliar se os animais estão em conforto térmico ou não, propondo alternativas de construção economicamente viáveis para os casos em que animal e edificação não apresentam sintonia térmica, buscando a máxima eficiência produtiva dos animais, seu bem estar e beneficiando a pesquisa na Universidade.

Palavras-chave: conforto térmico, confinamento, imagens termográficas, ovinocultura.

ABSTRACT

The sheep industry has a fundamental role in the history and livestock of Brazilian state of Rio Grande do Sul and has been highlighted as an important economic activity in Brazil. Rio Grande do Sul presents climatic peculiarities that inflicts on animals, in some situations, a condition of thermal discomfort, generating heat stress, which is one of the main factors that affect the animal production. Therefore, it is essential to pursuit strategies that improve thermal comfort, providing well being for animals and generating a greater potential in its production, especially when it comes to closed confinements. The aim of this research was to evaluate thermal comfort that the building, also known as "fold", provides to the animals, in this case lambs belonging to the Sheep Industry Lab Center of Rural Sciences at University of Santa Maria-RS. The analysis presented here concentrated on the coldest month of winter, through a survey of environmental variables (air temperature, relative humidity, air velocity and radiant temperature), physiological variables (rectal temperature, respiratory rate and skin temperature) and thermographic images of animals and building considered. After collecting the data, the Globe Temperature and Humidity Index (BGT) and Thermal Comfort Index (LCI) were calculated. Thus, it becomes possible to assess whether the animals are in thermal comfort or not, proposing economically viable building alternatives for cases in which animals and building do not have thermal tuning, seeking maximum production efficiency and welfare of animals, finally benefiting the research at the University.

Keywords: thermal comfort, containment, thermographic images, sheep breeding.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a atividade pecuária exerce importante papel na economia nacional, destacando-se a criação de pequenos ruminantes. No Rio Grande do Sul, a ovinocultura vem se caracterizando como importante atividade econômica, desempenhando papel fundamental para a melhoria da pecuária sulista. No entanto, o Estado apresenta peculiaridades climáticas que muitas vezes dificultam o processo produtivo e impõem aos animais, em determinadas situações, uma condição de desconforto térmico. A temperatura ambiente é um fator relevante e que afeta diretamente a produção animal. Segundo McDowell (1972), a maioria das produções tem o seu melhor desempenho quando as temperaturas ficam entre os limites de 4°C a 24°C. Em regiões tropicais, baixas temperaturas também podem causar redução na produtividade (McMANUS et al., 2009). De acordo com esse autor, estudos para monitoramento de condições de estresse em ovinos são comuns, porém não é o que acontece com a categoria de ovinos jovens (cordeiros e borregos). Estes animais sofrem tanto por frio quanto por calor no início do seu período produtivo. Portanto, o estresse térmico é um dos principais fatores limitantes da produção animal, de forma que para se obter um melhor desempenho em um determinado sistema de produção é necessário que as atividades desse sistema sejam desenvolvidas dentro de uma zona de conforto térmico para os animais.

Os ruminantes são animais homeotérmicos, ou seja, conseguem controlar a temperatura interna do corpo dentro de uma pequena margem. Este mecanismo torna-se eficaz quando a temperatura ambiente está dentro de certos limites, o que demonstra a importância de manter as construções com temperaturas ambientais próximas às das condições de conforto (SILVA et al., 2010).

Assim, é de fundamental importância a busca por alternativas construtivas que possibilitem aos animais um ambiente de equilíbrio, oferecendo-lhes saúde, conforto, bem estar e conseqüentemente uma maior eficiência dos sistemas de produção e uma melhor manutenção produtiva.

Tratando-se de construções rurais, os materiais empregados, em geral, estão sujeitos aos fatores bioclimáticos tais como chuva, vento e radiação solar, além de carga térmica humana e animal. As propriedades físicas das instalações são determinantes para o ganho ou perda de energia térmica. A maioria dos materiais da construção civil é de natureza não metálica, como a pintura, o concreto e a madeira, estes materiais absorvem grande parte da energia térmica radiante incidente e a irradiam novamente para o ambiente.

Deste modo, pretende-se ao fim da presente análise avaliar o nível de conforto térmico que a construção (aprisco) proporciona aos animais. Espera-se com os resultados propor melhorias para a construção, agregando conforto e bem estar aos animais, melhorando os resultados no confinamento fechado de cordeiros e beneficiando alunos e professores em suas pesquisas com ovinos nos cursos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar, através de um estudo de caso, uma avaliação do conforto térmico de um aprisco, que consiste em uma construção destinada à criação ovina, localizado na cidade de Santa Maria/RS, partindo do levantamento das variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura radiante), das variáveis fisiológicas dos animais (temperatura retal e frequência respiratória) e de imagens termográficas da superfície da lã dos ovinos e da edificação no mês de julho, que apresentou as temperaturas mais baixas do inverno.

3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em três etapas principais:

1. Levantamento de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) dos últimos 20 anos para verificação do mês mais frio de inverno na cidade de Santa Maria/RS e na construção (aprisco);
2. Análises *in loco* do confinamento dos animais jovens no aprisco para coleta de dados das variáveis ambientais, fisiológicas e imagens termográficas;
3. Verificação das variáveis climáticas, fisiológicas e de conforto térmico, onde foi calculado o Índice de temperatura, globo e umidade (ITGU) e o Índice de conforto térmico (ICT), gerando dados para qualificar o nível de conforto térmico em que os animais se encontram.

3.1. Levantamento de dados meteorológicos e da construção

Através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram levantados dados referentes às temperaturas mínimas médias dos últimos 20 anos para a cidade de Santa Maria/RS, que está localizada na região fisiográfica da Depressão Central, próxima à zona denominada “rebordo do Planalto”, a 29°43' de latitude sul e 53°49' de

longitude oeste e 113m de altitude. O clima local, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cfa. Possui precipitação média anual de 1700mm e temperatura média anual de 18°C, sendo a média das máximas do mês mais quente 32°C e das mínimas do mês mais frio de 9°C (BURIOL et al., 1979).

O experimento foi realizado no laboratório de ovinocultura, que é parte integrante do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

3.1.1. Objeto de estudo

Trata-se de um aprisco (construção própria para ovinos – Figura 1) construído em madeira, com área total de aproximadamente 80 m², elevado a 1,5 m do solo, constituído de nove boxes de aproximadamente 4 m² cada, onde cada box pode ser subdividido em quatro partes iguais de aproximadamente 1 m²; e um corredor central de 14 m de comprimento por 2 m de largura. Dispõe de uma cobertura em zinco e piso ripado em madeira. O aprisco é dividido em baias providas de comedouros de madeira e bebedouros de plástico, porém não são fixos nos boxes, podendo ser colocados de acordo com o número de animais presentes em cada baia. Anexo ao aprisco há uma sala fechada, em madeira, de 12 m² para depósito de rações, adubos, sementes e ferramentas.



Figura 1 – Aprisco.

3.2. Confinamento e levantamento das variáveis climáticas, fisiológicas e imagens termográficas

3.2.1. Confinamento

Para o experimento, foram usados foram usados 24 animais (borregos), cruzada das raças Ile de France x Texel, pertencentes ao Laboratório de Ovinocultura da UFSM e os mesmos foram pesados e confinados aleatoriamente nas baias, sendo submetidos a um período de adaptação de 12 dias. Esses animais foram alimentados com ração calculada por um zootecnista em função do seu peso e a água e sal mineral ofertados *ad libitum* (à vontade).

3.2.2. Medições na edificação (aprisco)

Para o monitoramento do aprisco, utilizaram-se equipamentos armazenadores de dados (*data loggers*) do tipo HOBO (Figura 2), para medir e armazenar dados de temperatura do ar e umidade relativa. Os valores armazenados foram transferidos para computador através do programa Box Car Pro 4.3, para *Windows*.



Figura 2 – Medidores Data Loggers, do tipo HOBO.

Foram utilizados cinco HOBO'S, instalados próximos às baias. Três coletavam a temperatura do ar interna e umidade relativa, e dois coletavam a temperatura interna e externa, conforme planta baixa da Figura 3. Esses medidores foram posicionados a 0,50 m do piso (altura média dos animais), sendo programados para adquirir as informações em intervalos de 10 minutos e, com estes dados, calcularam-se médias horárias de cada variável.

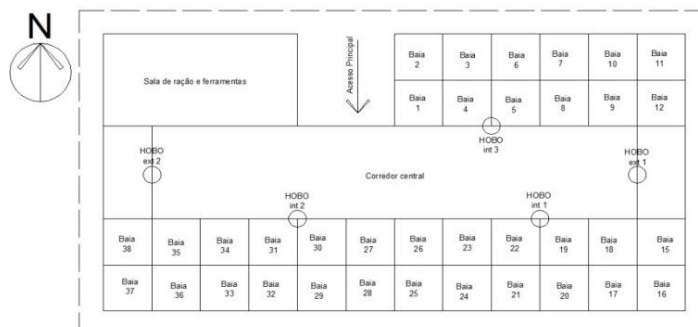


Figura 3 – Planta baixa esquemática.

Também foi feito o levantamento das temperaturas superficiais dos materiais na cobertura e no piso do interior da edificação (Figura 4) com o uso de uma câmera termográfica, apresentado na Figura 5.

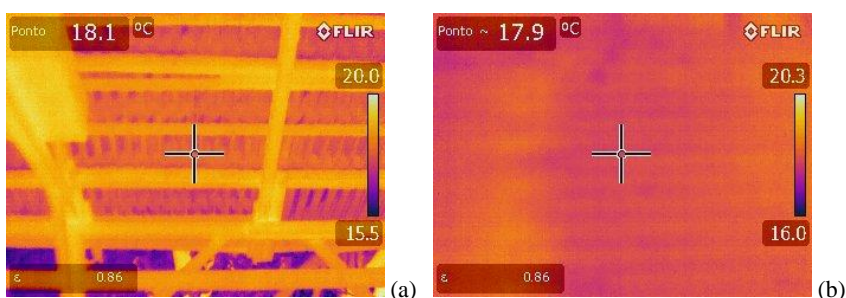


Figura 4 – Temperaturas superficiais da cobertura (a) e do piso ripado (b).



Figura 5 – Câmera termográfica de infravermelho FLIR, modelo T450sc

As variáveis de velocidade do vento e temperaturas radiantes foram feitas com o Aparelho analisador climático interno (Figura 6). O aprisco foi monitorado das 08:00 horas do dia 18 de julho, às 08:00 horas do dia 20 de julho de 2014, após período de adaptação de 12 dias dos animais. Durante os dias de medição os animais permaneceram confinados.



Figura 6 – Aparelho Analisador Climático Interno, Brüel & Kjær, tipo 1213.

3.2.3. Medições nos animais

Durante o período de confinamento foi feito levantamento da temperatura retal e da frequência respiratória de alguns animais. Para a verificação da temperatura retal, introduziu-se no reto do animal um termômetro de uso veterinário por dois minutos (Figura 7). A medição da frequência respiratória foi feita com a ajuda de um cronômetro, observando a região do flanco do animal durante 15 segundos e o resultado obtido foi ainda multiplicado por quatro para se obter o total de movimentos por minuto (mov/min). Com o uso de um termostato, verificou-se a temperatura da epiderme dos animais com intervalos de quatro horas (Figura 8). A temperatura superficial da lã foi verificada com o uso da câmera termográfica com intervalos de 1 hora (Figura 9).

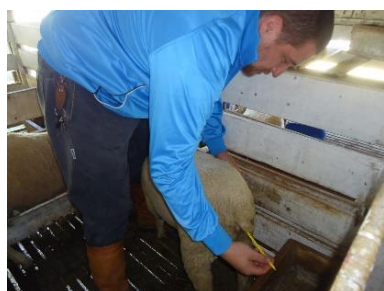


Figura 7 – Temperatura retal.



Figura 8 – Temperatura da epiderme.

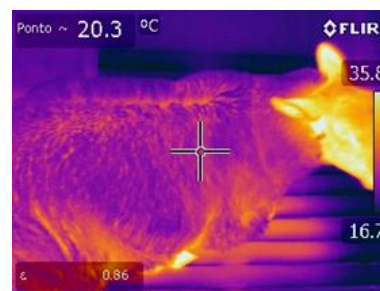


Figura 9 – Imagem termográfica.

3.3. Análise das variáveis climáticas, fisiológicas, de conforto térmico e cálculo do ITGU e ICT

3.3.1. Variáveis climáticas, fisiológicas e de conforto térmico

De acordo com Herrero et al. (2008) o clima atua diretamente nos eventos fisiológicos dos animais interferindo em sua saúde, crescimento e reprodução. A temperatura do ar é considerada o fator climático com influência mais importante sobre o ambiente físico do animal (McDOWELL, 1972). Para Young (1981) a umidade atmosférica é outra variável que influencia no balanço calórico em ambientes quentes em que a perda de calor por evaporação é crucial à homeotermia.

Segundo Baccari Júnior et al. (1996), a avaliação da relação básica entre os animais e seu ambiente

térmico começa com a zona de termo neutralidade, isto é, a faixa de temperatura ambiente efetiva dentro da qual o custo fisiológico é mínimo, a retenção da energia da dieta é máxima e o desempenho produtivo esperado é máximo. Os animais se ajustam fisiológica, imunológica e comportamentalmente objetivando minimizar os efeitos negativos do estresse térmico (HAHN, 1999).

Baeta e Souza (1997) recomendam que a zona de conforto para ovinos deva situar-se entre 20°C e 30°C, sendo a temperatura efetiva crítica superior a 34°C. Segundo Nããs (1989), a temperatura deve estar entre 4°C a 30°C e a umidade relativa média em torno de 75%. McDowel (1972) preconizou como condições ideais para criação de animais domésticos, umidade relativa do ar entre 60 e 70% e ventos com velocidade de 1,3 a 1,9 m s⁻¹. A temperatura retal (TR) é uma boa indicadora da temperatura corporal, sendo que a média de ovinos adultos varia de 39°C a 40°C (BRION, 1964). O impacto do calor sobre as variáveis fisiológicas resulta em um aumento percentual de 3% na temperatura retal e de 194 % na frequência respiratória, com alterações, respectivamente, de 38,6°C para 39,9°C e de 32 para 94 movimentos por minuto (McDOWELL, 1972).

3.3.2. Zona de conforto térmico e temperaturas ambientais críticas

De acordo com Baêta (1997) a caracterização do ambiente térmico animal envolve os efeitos da temperatura, da umidade, da radiação e do vento, e pode ser feita por meio de uma única variável, chamada de temperatura efetiva. Para determinada faixa de temperatura efetiva ambiental, o animal mantém constante a temperatura corporal, com mínimo esforço dos mecanismos termorreguladores. É a chamada zona de conforto térmico (ZCT) ou de termoneutralidade, em que não há sensação de frio ou calor e o desempenho do animal em qualquer atividade é otimizado. Para Baccari Jr. (1998) os limites para a ZCT são a temperatura crítica inferior (TCI) e a temperatura crítica superior (TCS). Abaixo da TCI o animal entra em estresse pelo frio e acima da TCS sofre estresse pelo calor.

Na Figura 10 observa-se que a ZCT é limitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos A e A'; a zona de moderado conforto ou de variação nula na produção de calor corporal, pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos B (TCI) e B' (TCS); a zona de homeotermia, pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos C e C'; e a zona de sobrevivência, pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos D e D' (BAÊTA, 1997).

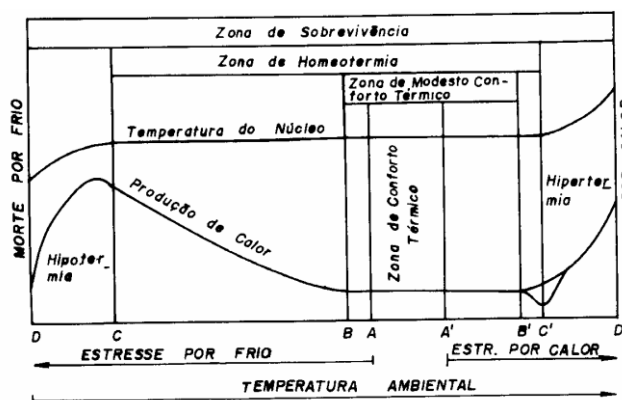


Figura 10 – Representação esquemática simplificada das temperaturas efetivas ambientais críticas (BAÊTA, 1997).

3.3.3. Índices de conforto térmico

Índices que combinam vários componentes ambientais foram caracterizados como úteis para a caracterização dos efeitos ambientais sobre a produtividade animal e seu bem-estar (MADER et al., 1997; MADER; Davis, 2004, AMUNDSON et al., 2006).

Segundo Moura & Nããs (1993), os índices de conforto térmico conseguem quantificar, em uma única variável, o efeito do estresse térmico que os animais sofrem a partir das condições meteorológicas em um dado momento e local. Assim, tais índices se tornam importantes para os produtores, sendo que para um único valor, eles podem quantificar o estresse térmico a que o animal está sendo submetido em determinado momento, de acordo com as condições meteorológicas predominantes. No Brasil, os estudos são geralmente baseados em índices de Baccari Júnior et al. (1996) – Índice de Tolerância ao Calor (ITC), Thom (1959) – Índice de Temperatura e Umidade (ITU), Buffington et al. (1981) – Índice de Temperatura de Globo Negro e de Umidade (ITGU) e Barbosa e Silva (1995) – Índice de Conforto Térmico (ICT). De acordo com Neves (2008) o ICT é o mais popular para o estudo da tolerância ao calor em ovinos, pois foi desenvolvido para avaliar os efeitos ambientais de ovinos no Brasil. Esse Índice tem demonstrado que têm maior correlação com a temperatura retal e taxa de respiração, quando comparados aos ITGU e ITU.

3.3.3.1. Índice de temperatura, globo e umidade - ITGU

Buffington et al. (1981) propuseram outro índice, o índice de temperatura, globo e umidade – ITGU, que leva em consideração a radiação térmica. O ITGU foi desenvolvido para vacas leiteiras criadas a pasto, sendo também confirmada sua superioridade sobre o ITU em ovinos (BARBOSA; SILVA, 1995).

De acordo com Souza et al. (2002), os valores de ITGU até 74 definem conforto, de 74 a 79, situação de alerta, de 79 a 84, situação de perigo e acima de 84 situação de emergência. Cabe ressaltar que essa classificação de ITGU foi elaborada para bovinos e a literatura nacional e estrangeira não disponibiliza classificação semelhante para a espécie ovina.

3.3.3.2. Índice de conforto térmico - ICT

O índice de conforto térmico (ICT), estimado por Barbosa e Silva (1995), foi desenvolvido especificamente para ovinos. Este índice leva em consideração a radiação e o vento como fatores importantes para estes animais. Estes autores confirmaram a superioridade deste índice em relação ao ITU e ITGU em ovinos da raça Corriedale, Suffolke e Ideal quando em temperatura ambiental variando de 16°C a 32°C, ao sol e à sombra, na cidade de Jaboticabal/SP e cidade Gaúcha/PR. Neste trabalho foram observados que os animais da raça Ideal mantiveram a homeotermia (39,2°C) até o ICT de 35, por outro lado, os ovinos da raça Suffolke e Corriedale aumentaram sua temperatura retal (TR) a partir de um ICT de 20.

3.3.4. Termografia infravermelha como ferramenta avaliadora de estresse térmico

De acordo com Holst (2000), a termografia infravermelha (TIV) é uma técnica na qual se obtém uma imagem que representa a temperatura superficial do animal, sendo uma técnica de sensoriamento remoto que se baseia na detecção da radiação térmica emitida por todos os corpos a temperatura não nula.

A temperatura infravermelha pode detectar alterações no fluxo sanguíneo periférico, podendo ser uma ferramenta útil para avaliar o estresse em animais (STEWART et al., 2005). Para Bouzida et al. (2009), a utilização da análise da termografia infravermelha torna possível identificar pontos de valores distintos de temperatura radiante e tem sido valiosa para o reconhecimento de eventos fisiológicos em animais.

3.3.5. Instalações zootécnicas

Para Barbosa F. (2010), um dos principais pontos críticos da produção animal em regiões de clima quente se encontra na dificuldade de adaptação dos animais, muitas vezes de raças originadas de regiões de clima temperado, aos elevados valores e grandes oscilações das variáveis ambientais, principalmente da temperatura e umidade relativa do ar.

Uma maneira de contornar esse problema, segundo Barbosa F. (2010), é fornecer conforto e bem-estar aos animais para que os mesmos possam expressar, de maneira satisfatória, todo o seu potencial genético e produtivo. Para isso, é necessário que as construções onde os animais são alojados tenham condições de proporcionar, de maneira satisfatória, um ambiente com conforto térmico, conforto sonoro, sem poluição do ar por gases e/ou poeira, além de possuir condições adequadas quanto aos aspectos sanitários e de tratamento de dejetos.

Sendo assim, torna-se imprescindível, sob o ponto de vista da concepção de instalações para criação de animais de alto desempenho produtivo, a elaboração de projetos cuidadosamente pensados, que considerem as características ambientais da região, os quesitos de bem-estar dos animais e acima de tudo as exigências térmicas dos usuários em questão. Estas exigências dizem respeito às faixas de conforto térmico dos animais, ou seja, a região termo neutra e os limites, inferior e superior, de estresse térmico por frio e calor, respectivamente.

Conhecendo-se as exigências dos usuários destas instalações é possível direcionar o projeto para que se possa atender todas as necessidades dos animais e obter assim um melhor desempenho produtivo. Na elaboração de instalações eficientes e funcionais existe uma interação muito grande de variáveis, tais como os componentes da construção, os materiais a serem utilizados, a orientação da mesma, sua geometria, a forma de ocupação e o conforto térmico que o animal ocupante necessitará para ter um desempenho ideal. A utilização de materiais isolantes, tipos de coberturas com telhas especiais que absorvam menos calor, instalações mais abertas com orientação solar correta e com pé direito mais alto, privilegiando a ventilação natural, são medidas acessíveis e relativamente fáceis de serem empregadas e que terão um impacto direto no ambiente interno das instalações.

Para a maioria dos animais de produção não é tão comum encontrar referências de modelos de instalações prontos ou de recomendações relacionadas à ambiência e bem-estar. Mais recentemente é que

pesquisas têm sido direcionadas para esse propósito. Sendo assim, as recomendações e pesquisas de instalações que sejam mais adequadas aos animais, bem como o estabelecimento de limites de conforto térmico ainda permanecem em andamento.

Desta maneira, por hora, talvez a melhor recomendação a ser feita, no que se refere às instalações zootécnicas, seja a de unir características construtivas modernas, materiais de construção e tipos de coberturas isolantes, a projetos de instalações mais abertas, como orientação correta e pé direito suficientemente alto para proporcionar e garantir uma boa circulação de ar no interior das mesmas.

3.3.6. Cálculo ITGU e ICT

Com os levantamentos calculou-se o ITGU e ICT. O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) foi determinado pela expressão proposta por Buffington et al. (1981):

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

Onde:

t_g é a temperatura de um globo negro colocado no mesmo local de um animal [°C];

t_{po} é a temperatura do ponto de orvalho [°C].

O ICT foi estimado de acordo com a fórmula proposta por Barbosa e Silva (1995):

$$ICT = 0,6678T_a + 0,4969P_p\{t_a\} + 0,5444T_{gn} + 0,1038v_v \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

T_a é a temperatura do ar [°C];

$P_p\{t_a\}$ é a pressão parcial de vapor [kPa];

T_{gn} é a temperatura do globo negro [°C];

v_v é a velocidade dos ventos [m s⁻¹].

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos a partir das análises realizadas por ocasião desta pesquisa. Todos os gráficos e imagens são referentes ao período de 18 a 20 de julho de 2014, ou seja, três dias compreendidos entre o andamento total de monitoramento da edificação. Esses dias foram elencados para realizar as observações do período do inverno por coincidirem com as mínimas temperaturas médias capturadas em outros anos.

4.1. Temperatura interna x Temperatura externa

Para a análise, acompanharam-se os resultados de temperaturas internas e externas, em que se observou que ocorrem temperaturas semelhantes no exterior e interior da edificação, com as temperaturas internas um pouco maiores que as externas, conforme ilustra a Figura 11.

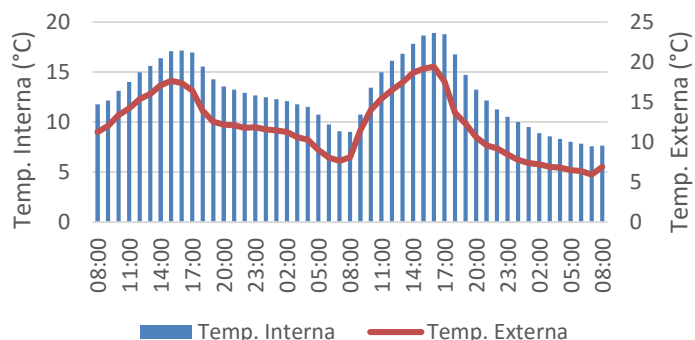


Figura 11 – Temperatura interna x Temperatura externa.

4.2. Temperatura interna x Umidade relativa

Os resultados das temperaturas internas versus umidade relativa (Figura 12) apresentaram uma relação inversa, ou seja, nos períodos em que se encontram os maiores percentuais de umidade relativa, ocorrem as menores temperaturas e, nos períodos de menores percentuais de umidade relativa, as maiores temperaturas. Observa-se também que a temperatura interna ficou sempre abaixo dos 20°C, ficando fora da zona de conforto para ovinos segundo Baeta & Souza (1997) e a umidade relativa, por vezes oscilou, ficou abaixo e acima da média de 75% recomendada por Nääs (1989).

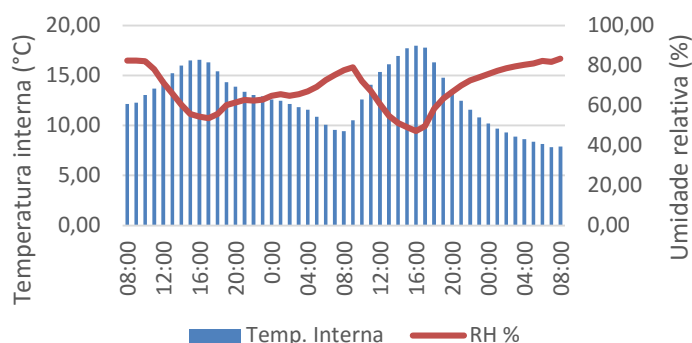


Figura 12 – Temperatura interna x Umidade relativa.

4.3. Temperatura interna x ITGU

Na análise do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) versus a temperatura interna (Figura 13), encontraram-se resultados de ITGU na média de 60, com valor máximo de 66, para as temperaturas internas encontradas.

De acordo com Souza et al. (2002), os valores de ITGU até 74 definem conforto, porém, neste índice, não existem parâmetros para valores muito abaixo deste limite, que é o caso deste estudo.

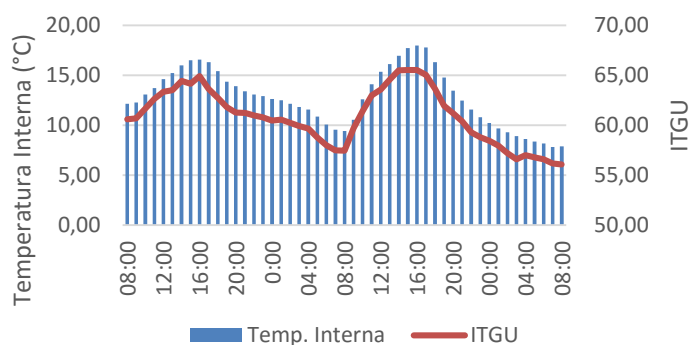


Figura 13 – Temperatura interna x ITGU.

4.4. Temperatura interna x ICT

Na análise do Índice de Tolerância ao Calor (ITC) versus a temperatura interna (Figura 14), encontraram-se resultados de ITC na faixa de 12 a 22,5; em temperaturas variando de 10 a 18°C, que são limites muito baixos em que não se encontram referência para análise e, as temperaturas estão abaixo dos limites de conforto para os animais.

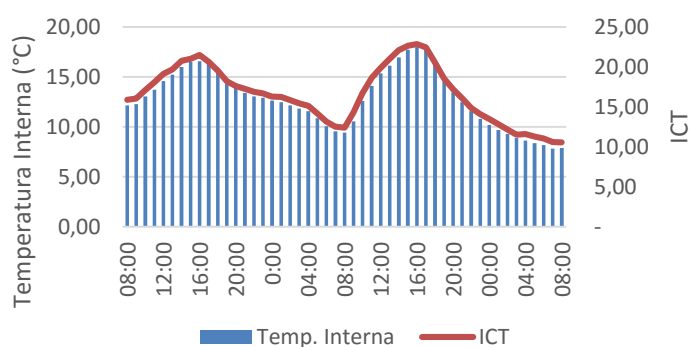


Figura 14 – Temperatura interna x ICT.

4.5. Temperatura interna x ITGU x ICT

A Figura 15 correlaciona as análises apresentadas anteriormente entre temperatura interna, ITGU e ICT.

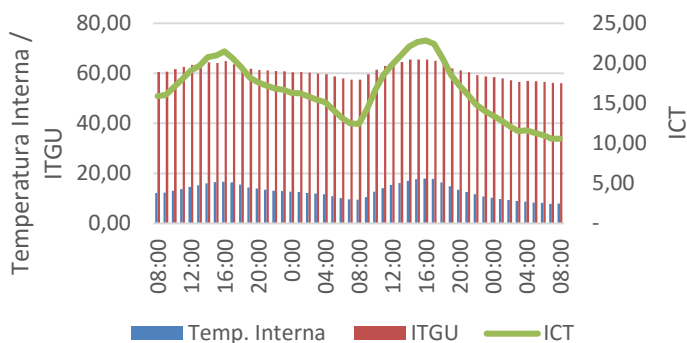


Figura 15 – Temperatura interna x ITGU x ICT.

4.6. Imagens termográficas (hora, temp. retal, frequência respiratória, temp. epiderme, ITGU, ICT, temp. interna e umidade relativa)

As imagens termográficas apresentam a correlação de dados como: hora, temperatura retal, frequência respiratória, temperatura da epiderme, ITGU, ICT, temperatura interna e umidade relativa.

A partir delas (Figura 16) observamos que o ambiente apresenta temperaturas entre 12 e 16°C e, os animais apresentam temperatura retal entre 36 e 38°C, ou seja, os ambientes não estão adequados ao conforto dos ovinos que deveriam apresentar temperaturas em torno de 39°C (para adultos) para a homeotermia.

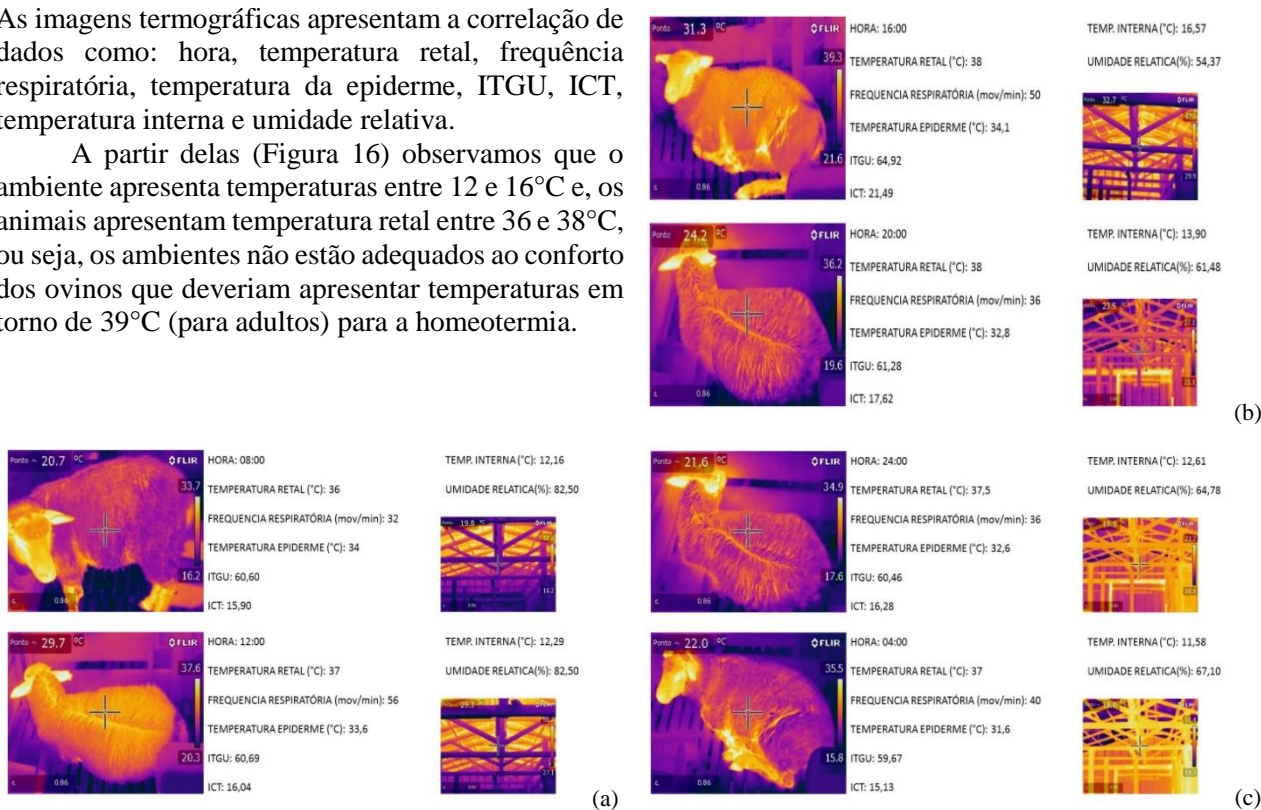


Figura 16 – Imagens termográficas às 08:00 horas e 12:00 horas (a), às 16:00 horas e 20:00 (b) e às 24:00 horas e 04:00 horas (c).

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível verificar a importância do conforto térmico em edificações destinadas a criação animal (confinamento). Primeiramente, constata-se nesta construção que a temperatura externa ficou sempre abaixo da interna. Observa-se também que a temperatura interna ficou sempre abaixo dos 20°C, ficando fora da zona de conforto para ovinos segundo Baeta & Souza (1997) e a umidade relativa, por vezes oscilou, ficou abaixo e acima da média de 75% recomendada por Nääs (1989).

Quanto aos cálculos de ITGU e ICT, não foram encontrados estudos para referência destes valores quando se trata de baixas temperaturas, embora tenham sido considerados na presente pesquisa justamente pelos entendimentos que trazem acerca da análise térmica também no inverno. Deste modo, diante das observações *in loco*, constatou-se que havia animais jovens com a temperatura retal inferior a 39°C, temperatura considerada normal para ovinos adultos segundo Brion (1964). Portanto, cabe-nos constatar que o aprisco estudado se trata de um ambiente que não proporciona conforto térmico, ocasionando hipotermia

para alguns animais por ocasião das baixas temperaturas. Por fim, percebe-se a importância de que se aprofundem os estudos de conforto térmico desses animais também para os períodos de frio, obtendo valores de referência para melhor aproveitamento dessa forma de criação. E, sob o ponto de vista da concepção de instalações para criação de animais de alto desempenho produtivo, a elaboração de projetos cuidadosamente pensados, que considerem as características ambientais da região e características dos materiais utilizados na execução do projeto, além dos quesitos de bem-estar dos animais e, acima de tudo, as exigências térmicas dos usuários em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMUNDSON, J. L.; MADER, T. L.; RASBY, R. J.; HU, Q. S. **Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle**. Journal of Animal Science, v.84, p.3415-3420. 2006.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997, 246p.
- BACCARI Jr., F. **Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometereologia, 1998. p. 136-161.
- BACARI JUNIOR, F.; GAYÃO, A. L. B. A.; GOTTSCHALK, A. F. **Metabolic rate and some physiological and production response of lactating Saanen goats during thermal stress**. In: International Congress of biometeorology, 14, 1996, Ljubljana, Slovenia. **Anais...** Ljubljana: ISB, 1996, p.119-122;
- BARBOSA F., J. A. D. **Ambiência e Instalações Zootécnicas**, 2010. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23343&secao=Colunas%20e%20Artigos>>. Acesso em: 10 jul.2013.
- BARBOSA, A. O. R.; SILVA, R. G. **Índice de conforto térmico para ovinos**. Boletim de Industria Animal, v.52, n.1, p.29-35. 1995.
- BOUZIDA, N.; BENDADA, A.; MALDAGUE, X. P. **Visualization of body thermoregulation by infrared imaging**. Journal of Thermal Biology, Oxford, v.34, n.3, p.120-126. 2009.
- BRION, A. **Vademecum del Veterinário**. 2.ed. Barcelona: Gea, 1964, 732p.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G. H. **Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows**. Transactions of the ASAE, v.24, p.711-714. 1981.
- BURIOL, G. A. et al. Cartas mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.9, Suplemento, np., 1979.
- HAHN, G. L. **Management and housing of farm animals in hot environments**. YOURSEF, M.K. Stress Physiology in Livestock. V.2. Ungulates. Boca Raton: CRC Press, Inc., p.151-174. 1999.
- HAHN, G. L. **Dynamic responses of cattle to thermal heat loads**. Journal of Animal Science. V.77 (Suppl.2), p.10-20, 1999.
- HERRERO, M.; HANOTE, O.; NOTENBAERT, A.; THORNTON, P. K. **Potential of modelling animal genetic resources data in relation to other existing data sets**. Report on the FAO/WAAP work shop on production environment descriptors for animal genetic resources report. Eds. Pilling, D., Rischkowsky, B. & scherf, B., Caprarola, Italy, p.6-8, 2008.
- HOLST, G. C. **Common Sense Approach to thermal Imaging**. SPIE Optical Engineering Press, Washington, 2000.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.
- MADER, T.L., DAHLQUIST, J.B. **Wind Protection effects and airflow patterns in outside feedlots**. Journal of Animal Science. V.75, p.26-36. 1997.
- MADER, T.L., DAVIS, M.S., **Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot cattle: Feed and water intake**. Journal of Animal Science. V.82, p.3077-3087.2004.
- MADER, T. L.; JOHNSON, L. J.; GAUCHAN, J. B. **Components of the Comprehensive Climate Index**. Journal of Animal Science, v.29, p.2009-2586. 2010. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/early/2010/01/29/jas.2009-2586>>. Acesso em: 10 jul. 2013.
- MCDOWELL, R. E. **Improvement of livestock production in war climates**. San Francisco: W.H. Freeman and company, 1972.
- MCMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L. C. B.; PAIVA, S. R. **Heat Tolerance in Naturalized Brazilian Sheep: Physiological and Blood Parameters**. Tropical Animal Health and Production, v.41, p.95-101.2009.
- MOURA, D.J., NÄÄS, I.A., **Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção animal**. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Lavras. 1993. **Anais...**Lavras. p.42-46.
- NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo:Editora Ícone, 1989. 183p.
- NEVES, M. L. M. W. **Índices de conforto térmico para ovinos santa inês de diferentes cores de pelame em condições de pastejo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia. Recife-PE, 2008. 77f.
- SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SOUZA, O. B.; SILVA, G. A.; FREITAS, M. M. S. **Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento**. Revista Caatinga, v.23, p.142-148, 2010.
- SOUZA, F. C.; TINOCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C. **Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo**. Revista Ciência e Agrotecnologia, v.26, n.1, p.157-164. 2002.
- STEWART, M.; WEBSTER, J. R.; SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; SCOTT, S. L. **Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare**. Animal Welfare, South Mimms, v.14, p.319-325. 2005.
- THOM, E.C. **The discomfort index**. **Weatherwise**, v.12, p.57-59. 1959.
- YOUNG, B. A. **Cold stress as it Affects Animal Production**. Journal of Animal Science, v.52.n.1, 1981

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Rurais e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, ambos da Universidade Federal de Santa Maria/ RS, pelo apoio recebido.