PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=385>.

Estudo da zona de conforto térmico para ovinos na região semi-árida

Antonio Eustáquio Filho[1], Paulo Eduardo Ferreira dos Santos[1], Luiz Eduardo Barreto de Souza[2], Ana Carolina Dohler Dias[3], Danielle Ferreira Dos Santos[3]

[1]Zootecnista – Mestrando em Zootecnia – Produção de Ruminantes - UESB
[2]Veterinário – Mestrando em Zootecnia – Produção de Ruminantes - UESB
[3]Graduandos em Zootecnia – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

RESUMO

As adversidades climáticas alteram as condições fisiológicas dos animais e ocasionam o declínio da produção, principalmente no período de menor disponibilidade de alimentos. As altas temperaturas, associadas à umidade do ar também elevada, afetam negativa e significativamente a temperatura retal e a freqüência respiratória, e podem causar estresse em animais de interesse zootécnico. Portanto esta revisão tem como objetivo estudar as zonas de conforto térmico para ovinos, com base nos índices de conforto térmico, bem como sua relação com as variáveis fisiológicas (temperatura retal e freqüência respiratória) de ovinos.

Palavras chave: conforto térmico, estresse, ovinos

ABSTRACT

The climatic adversities alter the physiologic conditions of the animals and they cause the decline of the production, mainly in the period of smaller readiness of victuals. The discharges temperatures, associated to the humidity of the air also high, they affect negative and significantly the rectal temperature and the breathing frequency, and they can cause stress in animals of interest zootécnico. Therefore this revision has as objective studies the zones of thermal comfort for sheep, with base in the indexes of thermal comfort, as well as your relationship with the physiologic variables (rectal temperature and breathing frequency) of sheep.

KeyWords: comfort thermal, stress, sheep

1. INTRODUÇÃO

Em climas tropicais e subtropicais, os valores de temperatura e umidade relativa do ar são restritivos ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais. O Brasil possui a grande maioria de seu território, cerca de dois terços, situada na faixa tropical do planeta, onde predomina altas temperaturas do ar, conseqüência da elevada radiação solar incidente.

Nos trópicos, as estações são definidas pelo regime pluviométrico e pela umidade relativa do ar, sendo divididos em trópicos úmidos e secos. Perfazem 40% do planeta com metade das terras agricultáveis, porém, sendo os responsáveis por apenas um terço da produção mundial de alimentos. Nessa região do planeta, a temperatura média do ar situa-se em geral acima dos 20ºC, sendo que a temperatura máxima, nas horas mais quentes do dia apresenta-se acima de 30°C por grande parte do ano, muitas vezes atingindo a faixa entre 35 e 38ºC.

O Nordeste brasileiro, em particular, face as suas peculiaridades físicas e geográficas determinadas, apresenta extrema vulnerabilidade a problemas alimentares, influenciados por diversos fatores, gerando complicações de base primária estruturadas, com desigualdades de renda, de educação, de saúde, de acesso ao trabalho e aos meios de produção (Valente,1997).

Segundo Quintans (1995); Cordeiro (1998); Silva (1998), no cenário atual de desenvolvimento econômico no Brasil, a pecuária de caprinos apresenta-se como atividade promissora. Ressalta-se, também, que o Brasil detém um expressivo rebanho ovino, com sua grande maioria localizada na região Nordeste, principalmente nas zonas semi-áridas. Devido à agricultura instável, a ovinocultura desempenha um importante papel sócio-econômico nessa região, por proporcionar renda direta, além de representar uma excelente fonte alimentar.

A ovinocultura, com a viabilização de produtos de qualidade, poderá resultar em um aumento do nível de aceitabilidade, com conseqüente ampliação da agroindústria regional, contribuindo, desta forma, para a melhoria do nível de vida e fixação do homem ao meio. Contudo vem ganhando grande impulso nos últimos anos pelo potencial que representa, podendo ser considerada um instrumento eficaz de promoção de desenvolvimento da zona semi-árida no Nordeste brasileiro. A sua exploração desempenha papel relevante como fonte de proteínas e importante fator sócio-econômico para os pequenos produtores, através da utilização de seus subprodutos (Rodrigues,1998; Lima, 2000).

A adaptabilidade pode ser medida ou avaliada pela habilidade que tem o animal em se ajustar às condições médias ambientais de climas adversos, com mínima perda no desempenho e conservando alta taxa reprodutiva, resistência às doenças e baixo índice de mortalidade (HAFEZ, 1973).

De acordo com Baeta & Souza (1997) o conceito de adaptação a um determinado ambiente está relacionado com mudanças estruturais, funcionais ou comportamentais observadas no animal, objetivando a sobrevivência,

reprodução e produção em condições extremas ou adversas e classificam da seguinte forma:

Adaptação biológica: refere-se às características morfológicas, anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e de comportamento do animal, que permitem o bem-estar e a sobrevivência em um ambiente específico.

Adaptação genética: refere-se às características hereditárias do animal, que favorecem a sua sobrevivência em um ambiente específico e podem promover mudanças por muitas gerações (seleção natural) ou favorecer a aquisição de características genéticas específicas (seleção artificial).

Adaptação fisiológica: é o processo de ajustamento do próprio animal a outro ambiente.

Aclimatização: refere-se a mudanças adaptativas (normalmente produzidas em câmaras climáticas) em resposta a uma única variável climática. Para Abi Saab e Sleiman (1995), os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados pelas medidas fisiológicas da respiração, batimento cardíaco e temperatura corporal.

As adversidades climáticas alteram as condições fisiológicas dos animais e ocasionam o declínio da produção, principalmente no período de menor disponibilidade de alimentos (GRANT & ALBRIGHT, 1995). As altas temperaturas, associadas à umidade do ar também elevada, afetam negativa e significativamente a temperatura retal e a freqüência respiratória, e podem causar estresse em animais de interesse zootécnico (MAGALHÃES *et al*., 1998).

Para a determinação dos níveis de conforto térmico ambientais, diversos índices têm sido desenvolvidos, sendo dependentes de vários parâmetros inter-relacionados, como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação do ambiente (MARTA FILHO, 1993). As respostas ao estresse térmico mais utilizadas são a temperatura corporal, taxa e o volume respiratório, isoladamente ou em combinação (FEHR *et al*., 1993). O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) são baseados nas medidas da

temperatura de globo negro, da temperatura de ponto de orvalho e da temperatura ambiente (BUFFINGTON *et al*., 1981).

A carga térmica radiante (CTR) é a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante a ele. Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (BOND & KELLY, 1955). Para Bedford & Warner (1934), o termômetro de globo negro (TGN) é uma maneira de se indicar os efeitos combinados de radiação, convecção e sua influência no organismo vivo. Segundo Sevegnani (1997), o TGN é muito utilizado como parâmetro para a avaliação das condições internas das instalações.

Este trabalho tem como objetivo estudar as zonas de conforto térmico para ovinos, com base nos índices de conforto térmico, bem como sua relação com as variáveis fisiológicas (temperatura retal e freqüência respiratória) dos animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil possui um efetivo em torno de 8,7 milhões de cabeças de ovinos, dos quais 90% se encontram na região Nordeste, formado principalmente de animais tipo nativo e sem raça definida (SRD), de notável rusticidade e baixa produtividade (Silva *et al*., 1993). Apesar do reconhecido valor socioeconômico da ovinocultura para o nordeste brasileiro, a maior parte dos animais criados nesta região apresenta baixos índices de desempenho produtivo, com peso vivo aos 100 dias, de 8 kg, e peso médio da carcaça de machos com 1 ano de 10 kg, fêmeas apresentando 80% de parição (partos ao ano por matriz) e prolificidade de 1,3 crias por parto (BNB, 1999).

A baixa produção é resultado de múltiplos efeitos do ambiente tropical, que inclui efeitos indiretos, como baixa qualidade dos alimentos, baixo potencial genético dos animais, além do efeito direto do estresse ambiental, notadamente os elementos climáticos, como temperatura do ar, umidade e

radiação solar, os quais freqüentemente se encontram acima do ideal para ótimo desempenho do rebanho (Viana, 1990).

Os ovinos, assim como outros mamíferos e aves, são homeotérmicos, ou seja, são animais que têm a capacidade de controlar, dentro de uma estreita margem, a temperatura corporal (Hafez, 1995). Este mecanismo, entretanto, é eficiente quando a temperatura ambiente está dentro de certos limites, o que demonstra a importância de se manter as instalações com temperaturas ambientais próximas às das condições de conforto.

Segundo Nããs (1989) o ideal é uma umidade relativa média de 75% e temperatura entre 4 a 30°C. Baeta & Souza (1997) recomendam que a zona de conforto para ovinos deve situar-se entre 20 e 30°C, sendo a temperatura efetiva crítica superior a 34°C. 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. Mota (2001) descreve que, segundo dados da equipe de conforto ambiental da UNICAMP, as condições de ambiente para vacas em lactação, conforme valor da temperatura do globo negro, se situam da seguinte forma: entre 7 e 27°C ótimo; entre 27 e 34°C, regular e acima de 35°C, crítico.

Segundo Brion (1964) a temperatura retal média de ovinos adultos varia de 39,0 a 40,0 oC. O impacto do calor sobre as variáveis fisiológicas resulta em um aumento percentual de 3% na temperatura retal e de 194 % na freqüência respiratória, com alterações, respectivamente, de 38,6 para 39,9°C e de 32 para 94 movimentos por minuto (McDowell, 1972). De acordo com Santos *et al*. (2005) e Souza *et al*. (2005), a temperatura retal e a freqüência respiratória dos animais são afetadas pelo período do dia, cujos animais mostraram temperatura retal menor no período da manhã, quando comparados com o período da tarde.

A adaptação fisiológica, dada principalmente por meio das alterações do equilíbrio térmico, e a adaptabilidade de um rendimento, que descreve as modificações desse rendimento quando o animal é submetido à altas

temperaturas, são para MacDowell (1989), as duas classes principais de avaliação da adequação a ambientes quentes.

A temperatura retal e a freqüência respiratória são segundo Bianca e Kunz (1978), as melhores referências fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor. Hopkins *et al.* (1978) afirmam que valores de temperatura retal próximos à temperatura normal da espécie podem ser tomados como índice de adaptabilidade. Animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor freqüência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor (BACCARI JR, 1986). De acordo com Siqueira *et al*. (1993), a temperatura retal, a freqüência respiratória e o nível de sudação cumprem um importante papel na termorregulação dos ovinos.

Segundo Baccari Jr. (1990) a maior parte das avaliações de adaptabilidade dos animais aos ambientes quentes estão incluídas em duas classes: (adaptabilidade fisiológica) que descreve a tolerância do animal em um ambiente quente mediante, principalmente modificações no seu equilíbrio térmico, e (adaptabilidade de rendimento) que descreve as modificações da produtividade animal experimentadas em um ambiente quente.

De acordo McDowell (1989) a adaptação fisiológica é determinada principalmente por alterações do equilíbrio térmico e da adaptabilidade que descreve determinadas modificações no desempenho quando o animal é submetido a altas temperaturas. Mesmo considerando as espécies mais tolerantes ao calor, como é o caso dos caprinos que é tida como menos susceptível ao estresse ambiental, em temperaturas críticas reduzem a sua eficiência bioenergética prejudicando o resultado de sua produtividade (LU, 1989). Por isso, o conhecimento prévio do desempenho de raças exóticas introduzidas em ambientes diferentes ao de sua origem torna-se indispensável.

A temperatura corporal de animais homeotérmicos é mantida dentro de limites estreitos por uma série de mecanismos de regulação térmica, os quais incluem respostas fisiológicas e comportamentais ao ambiente. Entre o animal e o meio existe uma constante transferência de calor dividida em calor sensível

e calor insensível. A perda de calor sensível envolve trocas diretas de calor com o ambiente por condução, convecção ou radiação e dependem da existência de um gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente (HABEEB *et al*., 1992). A perda de calor insensível consiste na evaporação da água na superfície da pele ou através do trato respiratório, usando o calor para mudar a entalpia da água em evaporação (INGRAM & MOUNT, 1975). Quanto maior o gradiente térmico entre a superfície do animal e o meio, maior é a capacidade de dissipação de calor do animal, a medida que diminui esse gradiente ocorre uma redução na perda de calor da forma sensível e aumenta através dos mecanismos de perda de calor insensível, como a sudorese e ou freqüência respiratória (SOUZA *et al*., 2003).

A adaptabilidade dos animais aos trópicos tem sido discutida por diversos autores (MCDOWELL, 1967; NUNES, 2002; BACCARI JR.,1986; SANTOS, 2004) e vários métodos tem sido propostos para avaliar a capacidade destes animais em se ajustarem às condições ambientais predominantes em regiões de climas quentes.

O interesse por desenvolver uma técnica de alta confiabilidade para medir a tolerância ao calor desdobra-se em dois aspectos traduzidos pela identificação de raças ou linhagens que mantêm a homeotermia quando em temperaturas elevadas, além do entendimento dos caracteres anatomofisiológicos envolvidos na termólise (BACCARI JR., 1986).

McDowell (1967) ressalta a necessidade de que uma prova de tolerância ao calor deva guardar alta correlação com a produtividade dos animais, de tal maneira que se possa prever em animais jovens, através de medidas de adaptabilidade, o desempenho destes e de seus descendentes. Para Olivier (2000) a avaliação de uma raça ou grupo genético não pode ser baseada apenas na capacidade de ganho de peso e no rendimento de carcaça, mas também na eficiência produtiva, adaptabilidade, prolificidade e taxa de sobrevivência.

No tocante a adaptabilidade, para Abi Saab e Sleiman (1995), os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados pelas medidas fisiológicas da respiração e temperatura corporal. A temperatura corporal é o resultado entre a energia térmica produzida e a energia térmica dissipada (LEGATES, 1991).

Vários testes de tolerância ao calor foram desenvolvidos, como os de Rhoad (1944) e de Dowling (1956), tendo porém sua aplicação reduzida em função de algumas limitações. Nota-se que no teste idealizado por Rhoad (1944), conhecido como teste de Ibéria, toma-se como base de cálculo a temperatura retal de 38,3°C, tida como temperatura corporal normal, não levando em conta diversas situações fisiológicas que alteram este parâmetro. Neste teste são tomadas as temperaturas retais e as freqüências respiratórias dos animais de manhã (10:00 h) e à tarde (15:00 h), durante 3 dias, e os dados médios são aplicados à fórmula CTC = 100 -[18 (Tr -38,3)], para cálculo do coeficiente de tolerância ao calor.

O teste de Dowling (1956) baseia-se na capacidade de dissipação do calor corporal, após os animais serem submetidos ao exercício físico, sob radiação solar direta, até que a temperatura corporal atinja 40,0°C. Quando então é marcado o tempo necessário para que a temperatura retal volte ao valor inicial. Uma crítica a este teste é que o calor adquirido nestas condições advém não só da radiação solar, mas também do trabalho muscular, que envolve outros processos fisiológicos e vias metabólicas não implicados naturalmente no mecanismo de termorregulação da espécie.

Segundo Neiva *et al*. (2004) a elevação dos parâmetros ambientais durante o dia exerce efeito sobre a temperatura retal dos ovinos Santa Inês, de tal forma que, na sua pesquisa, durante o período da tarde, o valor médio foi significativamente superior ao da manhã, independentemente da condição da instalação e da dieta fornecida.

O teste de adaptabilidade proposto por Baccari Jr. *et al*. (1986) tem como princípio a capacidade de dissipação de calor e consiste de uma primeira

mensuração da temperatura retal dos animais em repouso de duas horas à sombra (TR1) e, logo após a mensuração, os animais devem ser expostos diretamente ao sol por mais uma hora, após essa exposição, os animais devem retornar a sombra por mais uma hora quando a segunda mensuração da temperatura retal deve ser feita (TR2). As médias das temperaturas retais obtidas (TR1 e TR2, respectivamente), devem então ser aplicadas na fórmula do Índice de Tolerância ao Calor ITC= 10 – (TR2-TR1), a qual determina o grau de tolerância ao calor dos animais pela diferença entre as temperaturas, e consta de uma escala de 0 a 10, sendo o resultado mais próximo de 10, representado pelos animais mais tolerantes ao ambiente.

Silva *et al*. (2006) aplicando o teste de Baccari Jr, para caprinos observaram um elevado grau de tolerância ao calor das raças Boer e Savana assemelhando-se aos caprinos das raças Anglo Nubiana e Moxotó que são reconhecidos como bem adaptados às condições do Semi-árido. Souza *et al*. (2007), trabalhando com bovinos utilizando a mesmo teste verificaram elevado índice de tolerância à radiação solar direta de animais raça Sindi, que apresentaram ITC = 9,83, comprovando a elevada adaptação do Sindi às condições do Semi-árido.

Contudo, considera-se que a adaptabilidade não deve ser avaliada apenas pela capacidade de tolerância ao calor, pois são vários os fatores que interferem no processo de adaptação dos animais, de forma que outros testes devem ser aplicados para se verificar com maior exatidão a adaptação dos animais nos diversos aspectos, fisiológicos, produtivos e reprodutivos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O clima destaca-se como fator determinante na produção animal devido à geração de um ambiente térmico no espaço ocupado pelo animal e nos arredores. A caracterização do ambiente térmico animal envolve, principalmente, os efeitos de temperatura do ar, umidade relativa, radiação, precipitação pluviométrica e velocidade do vento.

O ambiente térmico para os ovinos é um fator muito importante a ser considerado na determinação de um manejo ideal e carece de estudos detalhados, já que se trata de atividade de elevada importância econômica para a região. Desta forma, a caracterização do clima e o estudo das reações dos ovinos ao estresse térmico devem ser identificados para que se possa indicar a melhor prática de manejo, modelo adequado de instalações e plano nutricional, afim de que os animais expressem favoravelmente suas aptidões zootécnicas.

Os novos modelos de pecuária, que se baseiam nos princípios da sustentabilidade, têm como prioridades o conforto térmico e o bem-estar dos animais. Pesquisas vêm comprovando que o fator bem-estar animal é determinante nas viabilidades técnica e econômica dos sistemas de produção (PIRES *et al*., 2001)

No Brasil, são escassos os dados referentes ao monitoramento do ambiente e seus efeitos sobre os animais, adaptados para as condições climáticas, cujos ciclos diários e anuais são totalmente diferentes dos países temperados. Desse modo, permanecem as divergências a respeito da possível ação do calor sobre o desempenho animal, principalmente no que diz respeito à zona de conforto térmico para condições climáticas brasileiras, em função do nível de produção animal (PIRES *et al.*, 1998).

O Nordeste brasileiro semi-árido tem vocação pecuária, especialmente, para a produção de ovinos face à característica de adaptação a ecossistemas adversos.

Considerando-se os avanços das raças nordestinas e seu reconhecimento nacional, o Nordeste passa a ter grande importância na produção de carne e genética ovina, tendo que usar de artifícios que minimizem o estresse desses animais causado pelas altas taxa de insolação e ausência de alimento, principalmente na época seca devido a características adaptativas da vegetação dessa região, buscando aumento de produtividade com técnicas que melhorem o bem estar animal. Sendo o conhecimento da zona de conforto térmico com as respectivas respostas fisiológicas dos ovinos, para cada fase, sendo uma alternativa viável devido à melhor orientação para escolha: do local, construção das instalações, manejo alimentar e uso adequados de equipamentos. Aumentando a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais a um menor o custo.

A adoção destas práticas visa à fixação do homem no campo, maior sustentabilidade do sistema produtivo o consumo e utilização de produtos conseguidos de forma naturais. No caso da carne, procura-se consumir aquela produzida com o menor estresse para o animal. Este sistema atenderá as pessoas que se preocupam com a qualidade de vida.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ENCARNAÇÃO, R. de O. 1997. **Estresse e a produção animal***.* 3ª reimp. Campo Grande, MS. EMBRAPA-CNPGC, 32p.

ENCARNAÇÃO, R. de O. *Estresse e a produção animal.* In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1, 1986. Botucatu - S.P. **Anais...**, p. 111 – 129. 1986.

FALCO, J. E. 1997. **Bioclimatologia animal***.* UFLA-FAEPE, Lavras, MG. 59p.

HAFEZ, E. S. E. 1973. **Adaptacion de los animales domésticos***.* Ed. Labor S. A. Barcelona, Espanha. 563p.

HAHN, G. L. 1999.Dinamic responses of cattle to thermal heat loads*.* **J. Anim. Sci.** 77(2):10 – 20.

IBGE

LIMA, M. L. P., NOGUEIRA, J. R., BERCNIELI, T. T., et al*.* Estudo do tempo de pastejo de vacas leiteiras mestiças em dois sistemas de pastejo rotacionado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. Porto Alegre – RS. **Anais...***,*, 1999.

MARQUES, J. A. . **Curso de Atualização em Bovinocultura de Corte: Estresse e a Produção de Carne**. 12. ed. Maringá - Pr: UEM, 2000. 46 p.

KOLB, E. **Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. p.362-569.

MÜLLER, P. B. 1978. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. 2ª edição, Ed. Sulina. Porto Alegre, RS. 158p. 85

ALBRIGHT, l.D. Behavioral - considerations – Animal density, concrete/ footing. **Proc. National Reproduction Symposium**, Pittsburgh, P.A, 1994. pp.171-176.

ALUCCI, M.P. Critérios relativos no atendimento das exigências de ventilação na habitação. **A construção**. 1983. No. 186. p.11-16.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND REFRIGERATION AND AIR CONDITIONED ENGINEERS**. Handbook of fundamentals**. Environment, New York, 1985. P. 139-198.

ARMSTRONG, D. V., Heat stress interaction with shade and cooling. **J. Dairy Sci**. 1994. 77: 2044-2050.

BACCARI JUNIOR, F. Adaptação de Manejo na produção de Leite em Clima Quente. **Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite.** Anais ESALQ-FEALQ, Piracicaba**,** 1998. pp. 24-67.

BACCARI JUNIOR, F. Manejo ambiental para a produção de leite nos trópicos. In: **Ciclo internacional de palestras sobre bioclimatologia animal**, 1. Anais. Jaboticabal : FUNEP, 1986. pp. 45-53.

BACCARI JUNIOR, F.; AGUIAR, I.S.; DeL FAVA, C.; BRASIL, L.H.; GOTTSCHALK, A.F. Comportamento adaptativo termorregulado de vacas holandesas sob radiação solar direta mediante o aproveitamento de sombra e água. **Actas VI Congresso de Zooetcnia**, Lisboa, 1997. 2: 231-336.

BAÊTA, F.C. Instalações para gado leiteiro na região do Mercosul. In: **Congresso Brasileiro de Biometeorologia**, 2. Anais SBB, Goiânia, 1998. pp. 162-173. 86

BAETA, F.C.; MEADOR, N.F.; SHANKLIN, M.D.; JHONSON, H.D. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating cows. **Trans. ASAE,** Paper No 8874015.1987. 21p

BOND, T.E.; KELLY, C.F.; MORRISON, S.R.; PEREIRA, N. Solar, atmospheric and terrestrial radiation received by shaded and unshaded animals. **Transactions of the ASAE**, 1967. 10: 622-625.

BOND, T.E.; NEUBAUER, L.W.; GIVENS, R.L. The influence of slope orientation on effectiveness of livestock shades. **Transaction of the ASAE**, 1976. 19 (11): 134-6.

BRUCE, J.M. Ventilation of a model livestock building by thermal buoyancy. **Transactions of the ASAE**, 1982. 25 (6): 1724-1726.

BUCKLIN, R.A.; BEEDE, D.K.; BRAY,D.R. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **App. Eng. Agric.,** 1991. 7: 241.

BUCKLIN, R.A.; BRAY,D.R. The American Experience in Dairy Manegementin Warm and Hot Climates **Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite**, 1998. pp. 156-174.

BUFFINGTON, D.E., SKINNER, T.C. Solar Radiation and Wind Effects as Functions of Building Orientation. **Transactions of the ASAE.** St. Joseph, ASAE, 1980. pp. 1482 – 1486.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Trans ASAE,** 1981. 24: 711-14. 87

CARGILL,B.F.; STEWART, R.E. Effects of humidity on total heat and total vapor dissipation of Holstein cows**. Trans. ASAE**. St Joseph, MI,1966. 9(5): 702-708.

CAVALHEIRO, F. Arborização urbana: planejamento, implantação e condução. In: congresso brasileiro de arborização urbana, 2.; encontro nacional de arborização urbana, 5., são luís, 1994. **Anais**. São Luís: SBAR, 1994. pp. 227-231.

CHANCELLOR, W.J. Cool tropical building: lessons from old style designs. In: INTERNATIONAL WINTER MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY AGRICULTURAL ENGINEERING, Chicago, 1991. ASAE, Chicago, 1991. Paper No 914521. 19p.

CIGR, 1984. **Climatization of animal houses**. Report of Working Group.1984.72p.

COSTA, E.C. **Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural**. São Paulo: Edgard Blücher, 1982. 265p.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1983. 407p.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: ABI Pub, 1982. l325p.

FOLMAN,Y.; BERMAN,A.; HERTZ,Z.; KAIM,M.; ROSEMBERG,M.; MAMEN,M.; GORDIN,S. Milk yeldand fertilityof hight-yelding dairy cows in a subtropical climate during summer and inter. **J. Dairy Res**. 1979. 46:411-425. 88

FRAZZI, E.; CALAMARI, L. & CALEGARI. Diferentes systems of air conditioning for dairy cows housing in Mediterranean climate. In: **Internacional Congress on agricultural Engeneering**., 13 th Marrocos, 1998.

FRAZZI, E.; CALAMARI, L.; CALEGARI, F.; MAIANTI,M.G.; CAPPA, V. The Aeration, with and without misting: Effects on heat stress in dairy cows. **Proceeding of the fifth International Symposium,** Minnesota, 1997. p.907- 914.

FRAZZI,E.; CALAMARI,L., CALEGARI,F., STEFANINI L. Behavior of dairy cows with different cooling systems during the summer. **Fourth International Dairy House Conference**, St Louis, Missouri, 1998 a. p. 224-231.

FUQUAY,J.W. Heat stress as it affects animal production. **Livestock Enviroment V**. 1997. 2: 1133-1137.

GHELFI FILHO, H,; SILVA I.J.O.; MOURA, D.J. CONSIGLIERO, F.R. Índice de conforto térmico e CTR para diferentes materiais de cobertura em três estações do ano. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 1991. Londrina - PR, **Anais..,** - Londrina - PR. SBEA, 1992. p. 94-110.

HAHN, G.L.; NIENABER, J. A. Summer weather variability and livestock production. St. Joseph: ASAE, 1976. Paper 761033. 12p.

HALL, A.B., YOUNG, B.A.,GOODWIN, P.J., GAUGHAN, J.M., DAVISON, T. Alleviation of excessive heat load in the hight producing dairy cow. **Livestock Environment V**, 1997.2: 928-935.

HEAD, H.H. The strategic use of the physiological potential of the dairy cow. Anais **Simpósio Leite nos Trópicos: novas estratégias de produção**. Botucatu, 1989.p. 38-89.

HEAD, H.H. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments. In: **Congresso brasileiro de Biometerologia,** Anais, SBBiomet, Jaboticabal, 1995. pp.26-68.

HEISLER, G.M. Trees and human comfort in urban areas. **Journal of Forestry,** 1974.72 (8): 466-469.

HERNADEZ, J.F.; CASTELLANOS, A .Influencia de los banõs refrescantes sobre el comportamiento productivo e reproductivo de razas especializadas y cruzadas en el trópico subhumedo AW(o). **Veterinária México,** 1983. 14: 6-11.

HOYANO, A. Climatological uses of plants for solar control and effects on the thermal environment of a building. **Energy and Building**, 1988. 11: 181-199.

HUBER,H. Manejo de animais em sistema de estabulação livre visando maximizar o conforto e a produção. Anais **II Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro. Piracicaba**, 1995.pp.41-68.

IGONO, M. O., BJTVEDT, G., SANFORD - CRANE, H. T. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holsteins cows in desert climate. Int. **J. Biometeor**.1992. 36: 77-87.

IGONO, M.O., STEEVENS, B.J.; SHANKLIN, M.D.; JOHSON, H.D. Spray cooling effects on milk production, milk and retal temperature of cows during a moderate temperature summer season. **J. Dairy Sci.** 1985. 68: 979-85.

JOHNSON, H.D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **Int. J. Biometeor**. 1980. 24: 65-78. 90

KRATZER, P. A. **The climate of cities**. Braunchweig: Vieweg and Sohn, 1956. 837p.

LALONI, L.A. Produção de leite baseada no índice de temperatura equivalente revisado para gado estabulado em semi confinamento Dissertação de mestrado**.** FEAGRI-UNICAMP**,** 1997. 107p.

LEE, J.E.; SEARS, F.W. **Termodinâmica**. Rio de Janeiro: McGraw Hill, 1992. 302p.

LEVA, P. Impacto Ambiental En La Produccion Lechera En la Cuenca Central Argentina **Anais** S.B.Biomet., Goiania, 1998. p.129-135.

MACHADO, P.F. Efeitos da Alta Temperatura sobre a Produção, Reprodução e Sanidade de Bovinos Leiteiros. **Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, 1998.** p.179-188.

MARQUES, D. Calor : conhecimentos e cuidados para minimizar seus efeitos sobre os frangos. Amparo: **CASP**, 1992. 11p.

MASCARÓ, J.L.; MASCARÓ, L.M. **Uso racional de energia em edificações: Isolamento térmico**. São Paulo: Agência para Aplicação de Energia, 1988. 51p.

McDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales.** Zaragoza, Ed. Acribia, 1975. 692p.

McGUIRE, M.A. Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and fluxes of metabolites in lactating cows. **J. Anm. Sci**, 1982. 67:1050- 1060. 91

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**, 1991, Londrina_PR . Anais... Londrina-PR: SBEA, 1992. p. 114-131.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre: Sulina, 1982. 158p.

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

NEUBAUER, L.W.; CRAMER,R.D. **Effect of size, shape, color, and orientation on temperature characteristics of model buildings.** ASAE. 1968. Paper No 68413. ASAE, St. Joseph, MI.

NEUBAUER, L.W.; CRAMER, R.D. Solar radiation control for small exposure houses. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, MI.1966 b. 9(2): 194- 197.

NEUBAUER, L.W.; CRAMER, R.D. **The effect of shape of building on the interior air temperature.** ASAE.1955a.Paper No. 66913. ASAE, St. Joseph, MI.

NEUBAUER, L.W. **Toward cooler buildings. Agricultural Engineering.** 1969. 50 (2). 80-81.

PEIXOTO, M.C.; LABAKI, L.C.; SANTOS, R.F. Conforto térmico em cidades: Avaliação do efeito da arborização no controle da radiação solar. In: **Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, Entac**'93, São Paulo,. **Anais.** São Paulo: ANTAC, 1993. p p. 629-634. 92

PENATI, M.A.; CORSI, M.; Condições técnicas para localização e instalação da exploração leiteira. In: Planejamento da Exploração leiteira, Anais. **Simpósio sobre Produção Animal**, 1998. 10: 7-55.

RANDAL, J.M. The prediction of airflow patterns in livestock buildings. **Journal Agricultural Engineering Research**, 1975.20(2): 199-215.

RIVEIRO, R. **Arquitetura e Clima: (acondicionamento térmico natural)**. 2.ed. Porto Alegre: D.C. Luzzatto, 1986. 345p.

RODRIGUES,L.A.; MCKONNEN,G., WILCOX,C.J., MARTIN,F.G., KRIENKE, W. A. Effects of relative humidity, maximum and minimum temperature, pregnancy, and stage of lactation milk composition and yeld. **J. Dairy Sci**.1985. 68:973-978.

ROMAN-PONCE, H.; THATCHER, W.W.; BUFFINGTON, D.E.; WILCOX, C.J.; VAN HORN, H.;H. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. **J. Dairy. Sci**, 1977. 60: 424-30.

SARRIER, G.A. citado por MACHADO, P. Efeitos da Alta Temperatura sobre a Produção, Reprodução e Sanidade de Bovinos Leiteiros. **Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite,** 1998. Piracicaba- ESALQFEALQ. p.179-188.

Eustáquio Filho, A., Santos, P.E.F., Souza, L.E.B. et al. Estudo da zona de conforto térmico para ovinos na região semi-árida. PUBVET, Londrina, V. 2, N. 40, Art#385, Out2, 2008.

SATTLER, M. A. Arborização urbana e conforto ambiental. In: **Congresso brasileiro sobre arborização urbana, 1.; encontro nacional sobre arborização urbana,** 4., Vitória, Anais. Vitória: SBAR, 1992. pp 15-28.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO.; SILVA, I.J.O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agrícola,** Piracicaba-SP, 1995. 51(1): 1-7.

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

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-SP, 1994. 51(1) pp. 1-7.

SILVA, I.J.O. Climatização das Instalações para Bovinos Leiteiros. **Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite**, 1998. pp.114-145.

SILVA, R. G. Produção de leite em regiões tropicais: antigos problemas e novas soluções. In: **Simpósio "Leite nos Trópicos – novas estratégias de produção",** Anais, FMVZ-UNESP, Botucatu, 1989. p.2-37.

TITTO, E.A.L. Clima : Influência na Produção de Leite. **Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite**. Piracicaba, ESALQ-FEALQ, 1998. p.10-23.

WATSON, H. **Insulation southern hog building**. National Hog Farmer. 1971. F10. 5p.

WHITAKER, J.H. **Agricultural Building and Structure**. Heston: Heston Publishing Company, 1979. 306p.