



Vol. 15, Nº 01, Jan/Fev de 2018  
ISSN: 1983-9006  
www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

## Efeito do estresse térmico por calor em vacas leiteiras

Bovinocultura de leite, estresse calórico, alterações fisiológicas, conforto térmico, bem-estar.

Jean Kaique Valentim<sup>1</sup>\*  
Tatiana Marques Bittencourt<sup>1</sup>  
Rúbia Francielle Moreira Rodrigues<sup>1</sup>  
Gabriel Gobira de Alcantâra Araújo<sup>1</sup>  
Guilherme Resende de Almeida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Produção Animal Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri UFVJM – Campus Diamantina. \*E-mail: Kaique.tim@hotmail.com.

### RESUMO

A produção leiteira se desenvolveu consideravelmente nas últimas décadas, com constante ganho genético dos rebanhos, aumento da taxa metabólica e produção de calor pelos animais. Assim surgiram vários problemas de origem metabólica e de manejo, destacando-se o estresse calórico, que é caracterizado pela soma de mecanismos de defesa do animal a um agente estressor, neste caso o calor. Este fator pode ser responsável por várias perdas na produção de vacas leiteiras e quando severo pode causar a morte dos animais. A susceptibilidade dos bovinos ao estresse calórico aumenta à medida que a umidade relativa e a temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, o que dificulta na dissipação de calor que, por sua vez, aumenta a temperatura corporal com efeito negativo sobre o desempenho. Mesmo animais mestiços sendo mais tolerantes as variáveis climáticas, alguns pontos devem ser sempre analisados buscando medidas que possam minimizar o efeito negativo do ambiente na produtividade dos animais.

**Palavras-chave:** bovinocultura de leite, estresse calórico, alterações fisiológicas, conforto térmico, bem-estar.

### EFFECT OF HEAT STRESS BY HEAT IN DAIRY COWS

#### ABSTRACT

Dairy production has evolved considerably in recent decades, with constant genetic gain of the flocks, increase metabolic rate and heat production by animals. Thus arose several metabolic origin and problems of management, especially if the caloric stress, which is characterized by the sum of defense mechanisms of the animal to a stressor, in this case the heat. This factor may be responsible for various losses in the production of dairy cows and when severe can cause death of animals. The susceptibility of cattle to the caloric stress increases as the relative humidity and ambient temperature exceed the thermal comfort zone, making it difficult in the heat dissipation, for your time, increases body temperature with negative effect on performance. Even animals mestizos being more tolerant of climatic variables, some points should always be used seeking measures that can minimize the negative impact of the environment on productivity of animals.

**Keyword:** milk cattle, caloric stress, physiological changes, thermal comfort, well-being.



## INTRODUÇÃO

Parte do rebanho bovino leiteiro no Brasil tem origem das raças de clima temperado como a Holandesa, devido sua maior produção de leite, entretanto, não é adaptada ao calor. Devido a isso, esses animais sofrem algumas modificações fisiológicas em condições de estresse térmico, por exemplo, aumentam a frequência respiratória, elevam a taxa de sudação e aumentam a temperatura retal, dentre outros (FERREIRA et al., 2006).

A dissipação de calor por meios evaporativos pode ser facilitada com a aplicação de água na superfície corporal do animal. A água evapora e reduz o calor, favorecendo as trocas entre a pele e o ambiente (NÄÄS & ARCARO, 2001).

Segundo Titto (1998) a adoção de modernas tecnologias nos sistemas de produção de leite levou ao aparecimento de animais mais produtivos os quais apresentam metabolismo acelerado, com maior produção de calor endógeno, tornando-se mais susceptíveis aos efeitos do meio ambiente.

No Brasil, existe uma diversidade climática muito grande entre suas regiões por isso, quando se trata da produção de bovinos, estratégias de manejo ambiental devem ser realizadas com adaptações as condições locais visando o bem-estar dos animais.

Nos países com boa média de lactação, cada vez mais vem adotando os sistemas intensivos de produção animal, buscando maximizar a eficiência da produção aumentando fatores como o ganho de peso, eficiência alimentar e quantidade de leite.

Nääs (1989), em suas pesquisas demonstrou que a eficiência do desempenho animal é resultado do funcionamento do seu sistema homeotérmico e disfunções desse sistema provocam alterações significativas na eficácia da produção.

Cada animal tem sua necessidade nutricional e fisiológica e reagem de forma diferente ao estresse térmico e as mudanças fisiológicas e comportamentais. As respostas fisiológicas compreendem o aumento da frequência respiratória,

redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água (BAËTA et al., 1987).

Como modificação comportamental, as vacas em lactação diminuem o pastejo e ambulação, pastando à noite e buscando sombra e imersão em água durante o dia. Um dos grandes problemas da ambiência na produção de leite é que existem vários modelos relacionados aos sistemas de climatização, entretanto, sua maioria, foi desenvolvida em condições ambientais distintas dos países tropicais (MATARAZZO, 2003).

De acordo com Huber (1990), a zona de termoneutralidade para vacas da raça Holandesa varia de 4° a 26° C; relata que um ambiente estressante provoca várias respostas, dependendo da capacidade do animal para adaptar-se e em determinadas situações ambientais, o animal pode manter todas as suas funções vitais (manutenção, reprodução e produção) e, em outras, estabelece prioridades.

O calor gerado para a produção de leite é função da ingestão e digestão dos alimentos, assim como da absorção e metabolização dos nutrientes (PIRES, 1997).

Por isso diversas modificações ambientais podem ser introduzidas, visando diminuir a temperatura sobre os animais e, conseqüentemente, atenuar o estresse por calor, auxiliando, assim, no conforto de vacas leiteiras confinadas.

Vários métodos têm sido empregados para amenizar o estresse por calor, tais como: sombreamento natural ou artificial, ventilação, resfriamento do ar a partir da aplicação de gotículas de água, pulverização de água sobre os animais acompanhada de ventilação e condicionamento do ar (FRAZZI et al., 1996).

Nesses sistemas, a água deve penetrar e umedecer completamente a pele e o pelo dos animais, de forma que as vacas sejam resfriadas e troquem calor por condução e por evaporação da água, a partir dos pelos e da pele (BACCARI JR, 2001).



Entretanto, Chastain & Turner (1994) relatam que vacas submetidas à ventilação associada à aspersão em local sombreado conseguem reduzir o efeito do estresse calórico na produção diária e apresentam um aumento de 7,8% no consumo de alimento, um aumento de 12% na produção de leite, uma diminuição de 0,2º a 0,5º C de temperatura retal e uma redução de 29% na taxa respiratória; mostrando assim a eficácia destes métodos artificiais em manter a homeotermia desses animais.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Bem-estar na pecuária leiteira

Para Broom & Molento (2004), o bem-estar animal é uma nova ciência, indispensável aos profissionais que trabalham em torno da interação entre humanos e animais e deve estar relacionado com conceitos como: necessidades, liberdades, felicidade, adaptação, controle, capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde.

Tendo por base este consenso do significado de bem-estar surgiram as cinco liberdades dos animais, teoria divulgada pelo Farm Animal Welfare Council (FAWC) argumentando que os animais para estarem em seu completo bem-estar devem estar livre de fome e de sede; livre de desconforto; livre de dor, lesões ou doença; livre para expressar os seus comportamentos normais; livre de medo e aflição (FAWC, 2012).

Sendo assim, as grandes incorporações alimentícias no mundo vêm exigindo modificações em práticas e no tipo de alojamento de animais comerciais que forneçam matéria-prima para seus produtos.

Essa ideia se valida com o fato de segurança alimentar estar diretamente relacionada com altos padrões de bem-estar animal, isso demonstra que os animais quando em situações de desconforto e estresse são mais susceptíveis a doenças, comprometendo a qualidade do produto final.

Paranhos da Costa (2000) relatou que, nos últimos anos, o conceito bem-estar animal começou a ser implantado no cenário da produção animal, principalmente com a definição de protocolos de boas práticas de manejo.

Ainda segundo esse autor o ambiente de criação é tudo que envolve o animal, seu espaço (físico e social) além de tudo que está inserido neste espaço, inclusive seres humanos, presentes no ambiente de criação dos bovinos. Esta situação é bem definida pelo o conceito de ambiência que, de forma bem ampla, seria *“o espaço constituído por um meio físico, e ao mesmo tempo, por um meio psicológico, preparado para o exercício das atividades do animal que nele vive”* (PARANHOS DA COSTA, 2000).

Com isso praticas de manejo que aumentam ambiência e o bem-estar dos bovinos de leite se tornam fundamentais nesse processo de criação, visando atender as exigências do mercado e proporcionando um melhor ambiente e condições favoráveis para os animais atingirem seu maior potencial, proporcionando melhor qualidade de vida aos animais e conseqüentemente maior lucro ao produtor.

### Zona de conforto térmico

Os ruminantes são animais classificados como homeotermos, ou seja, apresentam funções fisiológicas que se destinam a manter a temperatura corporal constante. Dentro de determinada faixa de temperatura ambiente, denominada zona de conforto ou termoneutralidade, isso ocorre com mínima mobilização dos mecanismos termorreguladores, quando o animal não sofre estresse por calor ou frio e ocorre mínimo desgaste, além de melhores condições de saúde e produção (NÄÄS, 1989; TITTO, 1998).

Dhiman (2001) define a zona de conforto térmico como a faixa de temperatura onde o calor produzido pelas funções normais do organismo é aproximadamente igual à perda de calor do animal.

Há dois limites estabelecidos para a zona de termoneutralidade, são elas: a temperatura crítica superior (TCS) e a temperatura crítica inferior (TCI). Quando a temperatura está acima da temperatura crítica superior o animal está em estresse pelo calor, com isso irá ocorrer a vasodilatação, aumento da frequência respiratória, diminuição da ingestão de alimentos, aumento da ingestão de água e sudorese. de água quando comparada as aves que consumiram ração controle.



Quando a temperatura está abaixo da temperatura crítica inferior o animal está em estresse pelo frio, ocorrem a vasoconstrição, diminuição da frequência respiratória, aumento da ingestão de alimentos e piloereção (AZEVEDO & ALVES, 2009).

### **Índice de temperatura e umidade**

Os índices de conforto térmico, determinados por meio dos fatores climáticos, servem como indicativos para caracterizar o conforto e o bem-estar animal. A forma mais utilizada para se mensurar o estresse é por meio do Índice de Temperatura e Umidade (ITU). O ITU é calculado através da temperatura ambiente e da umidade relativa (UR). Vacas leiteiras começam a sofrer os efeitos do estresse calórico sempre que o ITU ultrapassar 72 (DHIMAN, 2001).

Ferreira et al. (2006) relatam que valores de ITU inferiores a 70 indicam condições não estressantes, enquanto valores superiores a 83 indicam estresse severo.

Segundo Falco (1997), o aumento de 1°C na temperatura retal é suficiente para produzir efeitos detectáveis nos vários processos fisiológicos. Estas influências podem ser verificadas em animais de origem europeia que quando submetidos a temperatura de 40,5°C apresentam temperaturas retais mais elevadas que animais submetidos a 25,0°C. Este efeito é mais intenso quando associados à umidade do ar acima de 70% e a radiação solar intensa.

### **Estresse calórico**

O estresse calórico é definido por Silva (2000) como a força exercida pelos componentes do ambiente térmico sobre um organismo, causando nela uma reação fisiológica proporcional à intensidade da força aplicada e a capacidade do organismo em compensar os desvios causados pela força.

O estresse calórico, especialmente nas regiões tropicais, consiste em uma importante fonte de perda econômica na pecuária, tendo efeito adverso sobre a produção de leite, produção de carne, fisiologia da produção, reprodução, mortalidade de bezerros e saúde do úbere. É um típico problema encontrado no manejo de vacas leiteiras nos trópicos e subtropicais, causando reduções na produção e mudanças na

composição do leite, redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água.

A perda de produção de leite devido ao aumento de temperatura depende de fatores como a umidade relativa do ar, velocidade do vento, nutrição e outros fatores relacionados ao manejo; são frequentemente observadas perdas produtivas de 10% ou mais (HEAD, 1995).

Segundo Ferreira et al. (2006), o estresse calórico promove alterações na homeostase e tem sido quantificado com mensuração de variáveis fisiológicas como, temperatura retal, frequência respiratória e concentrações hormonais.

De acordo com Pires et al. (1998), quando vacas em lactação são expostas a um ambiente térmico no qual a produção de calor excede a sua eliminação, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimentos e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudorese aumentam.

Essas funções indicam tentativas do animal em minimizar o desequilíbrio térmico para manter a homeotermia, indicando também que o animal está sob a ação de estresse térmico por calor (AZEVEDO, 2009).

A intensidade e a duração do estressor determinam a resposta do animal ao estresse. Essas respostas adaptativas podem ser comportamentais, fisiológicas e imunológicas e o seu êxito permite que a função normal continue (AZEVEDO, 2009).

Entretanto, quando certos limites são ultrapassados, a função é prejudicada, afetando o desempenho e a saúde do animal (HAHN, 1993).

A susceptibilidade dos bovinos ao estresse calórico aumenta à medida que o binômio umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, o que dificulta a dissipação do calor que, por sua vez, aumenta a temperatura corporal com efeito negativo sobre o desempenho (AZEVEDO, 2009).



### **Efeitos do estresse sobre a produção de leite**

A capacidade de produção de leite do animal de acordo com o seu potencial é determinada pelo ambiente físico e biológico em que vivem (FERREIRA, 2006).

Em temperaturas extremas, vacas de alta produção respondem fisiologicamente com redução da produção de calor metabólico em torno de 18 a 20% (PIRES et al., 1999). Para que isso aconteça, esses animais diminuem o consumo de matéria seca e, em consequência, a produção de leite em 25 a 30% (SIMAS, 1998).

Coelho (1997) cita que o aumento da produtividade está associado diretamente com o aumento da produção de calor metabólico, exigindo que o organismo se direcione para compensar o desequilíbrio provocado pelo ambiente.

Quando o animal está sob estresse calórico, ocorre aumento no fluxo sanguíneo periférico preparando o organismo para perdas evaporativas e redução no fluxo sanguíneo interno (COELHO, 1997).

### **Homeotermia e mecanismos de dissipação de calor de bovinos**

Homeotermia é a manutenção, aproximadamente constante, da temperatura interna do corpo, embora a temperatura ambiental varie dentro de limites adequados. A temperatura da maioria dos mamíferos é de cerca de 39°C, enquanto que a das aves em explorações zootécnicas é de cerca de 41°C (RODRIGUES, 1994). A temperatura corporal de cada animal depende de inúmeros fatores, como: raça, idade, nível energético da dieta, atividade, nível de produção, ciclo estral, hora e estação do ano.

A dissipação de calor segundo Falco (2001) é em função das condições ambientais externas, ocorrendo por condução, convecção, radiação e evaporação, manifestando-se fisiologicamente pela vasodilatação, variação da taxa respiratória, variação da taxa de sudorese, piloereção, variação da taxa de ingestão de alimentos e alterações comportamentais.

Ferreira (2005) relata que o calor perdido ou ganhado ocorre pela forma sensível e latente. O calor sensível, ganho ou perdido, transmite-se por

condução através da cobertura (pelos) e tecido epitelial (pele), por convecção entre o ar e superfície corporal e por radiação do céu ou evaporação d'água que ocorre na superfície da pele (sudorese) e nas vias respiratórias no processo de respiração.

De acordo com Rodrigues (1994), os mecanismos bioquímicos e fisiológicos são dependentes da temperatura corporal, podendo ser citado como exemplo o metabolismo celular, a frequência cardíaca, a frequência respiratória e os processos digestivos.

### **Alternativas para amenizar os efeitos do estresse calórico**

As alternativas para amenizar os efeitos do estresse calórico sobre o desempenho de vacas lactantes se baseiam em dois princípios: modificação no ambiente e no manejo nutricional.

#### **Manejo Ambiental**

As modificações ambientais constituem no manejo do ambiente em função dos vários parâmetros ambientais que podem favorecer ou prejudicar o desempenho do animal, facilitando ou inibindo os processos produtivos e reprodutivos (LEVA, 1998).

Pires et al. (2007) citam, que as modificações ambientais podem ser classificadas:

- Primárias: São modificações de simples execução e permitem proteger o animal durante períodos de climas extremamente quentes. Ex: Sombreamento.
- Secundárias: São modificações que correspondem ao manejo do microambiente interno das instalações do sistema de confinamento parcial ou total. Geralmente envolvem alto nível de sofisticação.

O sombreamento, natural ou artificial, é considerado essencial para manter a eficiência da produção de leite em climas quentes (PINHEIRO et al., 2005). Segundo Buffington et al. (1983), seu principal objetivo é reduzir a carga térmica radiante e proteger o animal contra os efeitos da radiação solar direta. As árvores devem, portanto, ser parte obrigatória dos pastos e piquetes para vacas leiteiras, a fim de que estas possam aliviar



sua carga térmica radiante. Entretanto, poucos produtores utilizam-se desse artifício, afirmando que a presença de árvores no pasto dificulta o seu estabelecimento e manutenção.

Estruturas para sombreamento visam atenuar o efeito da radiação solar sobre os animais, sendo que seu grau de importância varia com o microclima e a sua eficiência, em função do projeto. O sombreamento pode reduzir cerca de 30% ou mais da carga térmica da radiação solar (CTR), quando comparada à carga recebida pelo animal ao ar livre (BAÊTA, 1997).

É a forma mais simples e economicamente viável de se fornecer conforto térmico para bovinos. O sombreamento, para criações em pastagens, pode ser natural como a formação de pequenos bosques nos piquetes ou próximos às áreas de bebedouro e saleiro e, no caso de animais confinados, pode-se utilizar coberturas artificiais (BACCARI JÚNIOR et al., 1997).

### **Sistema de Resfriamento**

A água é um excelente agente resfriador em virtude da sua alta capacidade calórica e do elevado calor latente de vaporização. Dessa forma, durante as épocas quentes do ano, além da sombra, as vacas holandesas procuram água para se refrescarem e, assim, entram na água de lagos, naturais ou artificiais, ou em outros locais onde há água, até mesmo em bebedouros (BACCARI JÚNIOR et al., 1997).

A manutenção ou mesmo o aumento da produção pode ser evidente se técnicas de manejo, relacionadas com o condicionamento do ambiente animal, forem adotadas. Com o objetivo de interferir no ambiente natural e impedir o estresse calórico dos animais, vários artifícios podem ser utilizados, como o de resfriamento do próprio ar ambiental e diretamente do animal, por meio de ventiladores, e indiretamente pelo resfriamento dos elementos construtivos, como as coberturas (BAÊTA, 1997).

A aspersão de água é indicada com base no comportamento natural e na capacidade de suar das vacas, quando não há disponibilidade de água para imergir em condições adequadas. A água no sistema

de aspersão direta sobre o corpo do animal deve penetrar bem e umedecer completamente a pelagem e a pele e, assim, as vacas são resfriadas por condução, mas principalmente pela evaporação da água a partir dos pelos e da pele.

Segundo Dhiman (2001), em climas quentes e úmidos, somente o sombreamento não alivia satisfatoriamente o estresse pelo calor. A instalação de ventiladores e aspersores nos galpões podem fornecer um efeito mais adequado de resfriamento.

A utilização de lagoas, resfriamento ou pintura do teto das instalações podem contribuir como medidas de manejo ambiental para minimizar os efeitos do estresse calórico (PIRES, 2006).

### **Manejo Nutricional**

Uma das reações do animal ao desconforto térmico é reduzir o consumo, segundo Pires (2006), os efeitos do calor na produtividade de vacas leiteiras podem ser reduzidos mediante a implementação de práticas nutricionais, mas a relação custo/benefício dessas medidas deve ser analisada antes de sua utilização.

De acordo com Coelho (1997), a formulação de dietas com baixo incremento calórico pode ser uma alternativa para reduzir o calor gerado no trato digestivo, isso pode ser conseguido com a utilização de menor quantidade de forragem ou com a utilização de gordura, o que não deve ultrapassar 7% da matéria seca.

O aumento no uso de concentrado e decréscimo na forragem fornecida na dieta pode aumentar o seu conteúdo energético, porém valores acima de 60% da matéria seca total da dieta pode resultar em problemas como depressão da gordura do leite, acidose, laminite e redução na eficiência de utilização dos nutrientes (DHIMAN, 2001).

O manejo nutricional para as épocas mais quentes do ano deve incluir o fornecimento de dieta fria, ou seja, dieta que gera uma alta proporção de nutrientes para a síntese e diminui o incremento calórico oriundo da fermentação e metabolismo dos alimentos (PINHEIRO et al., 2005).



Barbosa et al. (1983), cita que a menor ingestão de água vai afetar mais rapidamente a produção de leite que qualquer outro nutriente. Dessa forma deve-se garantir um fornecimento de água limpa para todas as categorias do sistema de produção.

Aumentar o número de fornecimentos de alimentos por dia, reduzindo a quantidade de alimento por refeição, também é uma alternativa de manejo para estimular o consumo nos dias mais quentes, além de evitar o aquecimento e a deterioração do alimento (PIRES, 2007).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estresse térmico na bovinocultura de leite é um dos fatores de maior impacto econômico na eficácia do rebanho, tendo efeitos negativos tanto na produção quanto na reprodução das vacas. Quando consegue identificar com maior precisão e rapidez, o estresse térmico dos animais consegue minimizar as perdas para o produtor e animal.

Todo manejo, instalação e alimentação deve ser adequada para melhorar o bem-estar das vacas, reduzindo e evitando qualquer tipo de estresse, mas principalmente por calor, dessa maneira consegue ter uma maior eficiência de produção.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos**. Series Documentos n. °188. EMBRAPA Meio-norte, Teresina, PI, 2009.
- BACCARI JÚNIOR, F.; AGUIAR, I. S.; DAL FAVA, C.; BRASIL, L. H. A.; GOTTSCHALK, A. F. **Comportamento adaptativo termorregulador de vacas holandesas sob radiação solar direta, mediante o aproveitamento de sombra e água**. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 6., 1996, Evora. Actas... Lisboa: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, 1997. v. 2, p. 331-336.
- BACCARI JR. F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. 142p.
- BAÊTA, F. C. & SOUZA, C. F. **Ambiência em Edificações Rurais – Conforto Animal**. Viçosa, Ed. UFV, 1997. 246p.
- BARBOSA, O., CARDOSO, R., & COELHO, D. (1983). Influência da temperatura da água de beber no desempenho de animais 7/8 Holandês-Zebu, na época do verão. I. Temperatura retal, ritmo respiratório e ingestão de água. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 12(1), 86-96.
- BEARDEN, H.J.; FUQUAY, J. **Applied animal reproduction**. Reston: Reston Publishing, 1980. 337p.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. **Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 26, n. 6, p. 1798-1802, Nov./Dec. 1983.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – Revisão. **Archives of Veterinary Science** v.9, n.2, p.1-11, 2004.
- COELHO, S. G.; MORAIS, M. D. **Nutrição de vacas leiteiras sob condições de estresse calórico**. Caderno Técnico de Medicina Veterinária. UFMG. N.21. p.61-70, 1997.
- COLLIER, R. J., HALL, L. W., RUNGRUANG, S., & ZIMBLEMAN, R. B. **Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance**. Department of Animal Sciences, 2012.
- DHIMAN T. R.; ZAMAN, M. S. **Desafios dos sistemas de produção de leite em confinamento em condições de clima quente**. Traduzido por Bolívar Nóbregas e Leonardo Andrade Leite. Anais da II Simpósio de Nutrição e Produção de Gado de Leite. Belo Horizonte. 103p. 2001.
- FALCO, J. E. **Bioclimatologia Animal**. Editora UFLA/FAEPE. Lavras-MG. 41p. 2001.
- FALCO, J. E. **Bioclimatologia Animal**. Editora UFLA/FAEPE. Lavras-MG. 59p. 1997 FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL-FAWC. **Final report**, 2011. p.1-14. Disponível em: <<http://www.fawc.org.uk>>. Acesso em: 25 de Novembro de 2015.
- FERREIRA, R. A. **Maior Produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Editora Aprenda Fácil. 2005. Viçosa/MG. 371p.



- FERREIRA, F., PIRES, M. F. A., MARTINEZ, M. L., COELHO, S. G., CARVALHO, A. U., FERREIRA, P. M., FACURE FILHO, E.J. & CAMPOS, W. E.. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732- 738, 2006.
- FRAZZI, E., CALAMARI, L., & CALEGARI, F. **Dairy cows heat stress index including air speed parameter. AgEng'96, Conference on Agricultural Engineering**, Madrid, 23-26, September, 1996.
- HAHN, G. L. **Bioclimatologia e instalações zootécnicas: aspectos teóricos e aplicados**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28 p.
- HEAD, H. H. **Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments: improving production and reproduction**. In: Anais do 1º Congresso Brasileiro de Biometeorologia; 1995, Jaboticabal. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Biometeorologia; 1995. p.26-68.
- HUBER, J. T. **Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico**. In: Bovinocultura Leiteira. Piracicaba, Fealq, 1990.
- LEVA, P. Impacto ambiental em La producción lechera em La cuenca central argentina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometereologia, 1998. p. 129-135.
- MATARAZZO, S., PERISSINOTTO, M., & SILVA, I. Intermitência de acionamento do sistema de resfriamento evaporativo em freestall e sua influência no conforto térmico de vacas em lactação. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2003.
- NÄÄS, I.A.; ARCARO JUNIOR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.139-142, 2001.
- NÄÄS, I.A.; **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone Ed., 1989. 183p.
- PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bovinos de corte. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 18., 2000. Florianópolis. **Anais...** Sociedade Brasileira de Etologia, 2000. p.1-15.
- PINHEIRO, M. G., NOGUEIRA, J. R., LIMA, M. L. P., LEME, P. R., MACARI, M., NÄÄS, I. A., ... & PEREIRA, A. F. Efeito do ambiente pré-ordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça Jersey. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, Portugal, v. 12, n. 2, p. 37-43, 2005.
- PIRES, M. F. A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 4 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 52).
- PIRES, M. F. A. Comportamento, parâmetros fisiológicos e reprodutivos de fêmeas da raça Holandesa confinadas em 'freestall', durante o verão e o inverno. 1997. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 1997.
- PIRES, M. F. A.; Ferreira, A. de M. **Estresse calórico em bovinos de leite**. Caderno Técnico de Medicina Veterinária e Zootecnia. N.29. p.23-37. Agosto. 1999.
- PIRES, M. F. A. Como evitar ou amenizar o estresse calórico em gado de leite. **Revista Leite Integral**. Ano 2. N.7. Fevereiro/Março. P.24-37. 2007.
- PIRES, M. F. A., VILELA, D., VERNEQUE, R. S., & TEODORO, R. L. **Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. Produção de leite em clima quente: anais. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 68-102.
- RODRIGUES, E. **Conforto térmico das construções**. 3. Fisiologia da homeotermia. 1994. Acesso: Outubro de 2016.
- SILVA RG. Termorregulação. In: **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel; 2000. p.119-58.
- SIMAS, J. M. C. **Nutrição de animais em condições de estresse**. In: Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, 1., Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: NUPEA-ESALQ. P. 103-113. 1998.
- TITTO, E.A.L. Clima: **Influência na Produção de Leite**. Piracicaba, SP, 1998. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, 1998, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.10-23, 1998.