

OCORRÊNCIA DE ONDAS DE CALOR NO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA E SEU EFEITO NA PRODUÇÃO LEITEIRA E CONSUMO ALIMENTAR EM BOVINOS

OCCURRENCE OF HEAT WAVES IN TRIANGULO MINEIRO AND ALTO PARANAÍBA AND THEIR EFFECT ON MILK YIELD AND FEED INTAKE IN CATTLE

Carolina Cardoso Nagib NASCIMENTO¹; Mara Regina Bueno de Mattos NASCIMENTO²; Natascha Almeida Marques da SILVA²

1. Doutoranda, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Universidade Estadual Paulista – UNESP, SP, Brasil. carolnagib@yahoo.com.br; 2. Professora, Doutora, Faculdade de Medicina Veterinária - FAMEV, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil

RESUMO: Objetivou-se estimar a produção leiteira e o consumo alimentar a partir da ocorrência de ondas de calor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, MG por meio de um zoneamento bioclimático baseado no Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Para tanto foi elaborado um histórico de ocorrências de ondas de calor entre os anos de 2000 a 2010. O declínio na produção de leite (DPL) e a redução do consumo alimentar (RCA) foram simulados nas cidades em que foram identificados períodos de ondas de calor. Ituiutaba e Frutal apresentaram o maior número de ocorrência de ondas de calor por ano. Os DPLs e RCAs mostraram diferenças bioclimáticas entre as cidades de Uberaba, Ituiutaba e Frutal. As cidades com melhores condições bioclimáticas foram Sacramento e Patrocínio, pois apresentaram ITU fora da classificação de emergência, ITU noturno abaixo de 76 e ausência de ondas de calor. Portanto, a ocorrência de ondas de calor pode prejudicar a ingestão de alimentos e diminuir a produção leiteira demonstrando de forma mais efetiva o efeito do estresse térmico em vacas leiteiras na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse térmico. Mudança climática. Vacas leiteiras. Zoneamento bioclimático.

INTRODUÇÃO

Um ponto importante do mercado lácteo é o crescimento da produção, e esta vai além dos fatores genéticos, sendo bastante influenciado por fatores externos como manejo adequado, nutrição e clima.

O índice de temperatura e umidade (ITU) é um índice ambiental que tem sido utilizado para descrever o conforto térmico de animais. Valores de ITU elevados são responsáveis por grandes impactos sobre a produção leiteira (KLOSOWSKI et al.; 2002; MARCHETO; NAAS; SALGADO, 2002; LIMA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2010).

Segundo o Glossário de Meteorologia (AMS, 1989), um evento extremo de onda de calor caracteriza-se por um período de calor desconfortável anormal geralmente acompanhado de alta umidade do ar com duração de pelo menos um dia, mas eventualmente se estendendo por alguns dias ou mesmo semanas. Um conceito mais completo foi apresentado pelo Environment Canadá (1996) no qual apresenta uma definição de onda de calor como um período de mais de três dias consecutivos de temperatura máxima igual ou superior a 32°C. A ocorrência de ondas de calor não é dependente apenas de um ambiente com altas temperaturas e umidade (BOWLES, 2004). Ondas

de calor são geralmente associados com padrões específicos de circulação atmosférica representada por anomalia de altura semi-estacionária de 500 hPa (aproximadamente 5800 metros de altitude acima do nível médio do mar) que produzem uma dinâmica de subsidência, céu limpo, ventos fracos, advecção de massa de ar quente, e prolongadas condições de calor na superfície terrestre (MEEHL; TEBALDI, 2004).

Uma combinação de fatores contribui para tornar o efeito das ondas de calor um evento extremo, esses fatores seriam: um período de resfriamento anterior ao evento de alguns dias, a precipitação antecedente, dois ou mais dias consecutivos de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) nas categorias de emergência e perigo, e limitado resfriamento noturno (ITU > 72) (BROWN-BRANDL et al., 2008). Segundo Hahn (1999), uma queda na temperatura e umidade diminui o perigo do estresse térmico, pois ITU abaixo de 74 durante a noite, os animais tem oportunidade para a recuperação. Por outro lado, várias horas de ITU maior que 84 durante o dia, e a noite com pouca ou nenhuma recuperação deste ITU elevado, ou seja, menores que 74 podem resultar na morte de animais vulneráveis (HAHN; MADER, 1997).

Analisando o efeito das ondas de calor na região de Salto, Uruguai, Saravia et al. (2011) observaram que durante as ondas de calor severas ocorreu redução da produção leiteira e nos eventos de ondas de calor leves as vacas recuperavam a normotermia durante a noite, permitindo uma produção de leite semelhante aos dos dias sem eventos de calor extremo.

O estresse térmico leva ainda a uma redução de 10 a 15% na ingestão de alimentos, aumento no consumo de água e mudança de comportamento (DHIMAN; ZAMAN, 2001). Assim, as vacas leiteiras diminuem a produção de leite para reduzir a produção e liberação de calor (FERREIRA, 2005).

Portanto, num país de clima tropical/subtropical como o Brasil, as vacas leiteiras, principalmente da raça Holandesa, estarão a maior parte do ano submetidas a temperaturas maiores que as desejadas (PERISSINOTTO; MOURA; CRUZ, 2007).

Nesse contexto o estudo do clima, suas variações estacionais e a ocorrência de ondas de calor, podem ser vitais para determinar a possibilidade de se produzir leite com bovinos

geneticamente especializados em uma determinada região crítica, auxiliando na escolha das melhores técnicas para amenizar os efeitos nocivos do estresse térmico a serem utilizadas para a manutenção da produção desses animais.

Com isso, objetivou-se neste estudo avaliar as influências das ondas de calor na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, MG sobre a produção leiteira e o consumo alimentar e mapear essa influência, por meio de um zoneamento bioclimático.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado a partir de um levantamento histórico de nove estações meteorológicas da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba-MG entre 2000-2010 (Tabela 1), exceto as estações meteorológicas de Patrocínio e de Sacramento que os dados foram de 2006-2010 e a de Ituiutaba que não possuía os dados de 2002, devido ao fato deste ano a estação meteorológica estar desativada.

Tabela 1. Localização das estações meteorológicas da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – MG.

Localidade	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)
Ituiutaba	-18,96	-49,51	560,00
Capinópolis	-18,71	-49,55	620,60
Frutal	-20,03	-48,93	543,67
Uberlândia	-18,55	-41,15	869,00
Uberaba	-19,73	-47,95	737,00
Patrocínio	-19,00	-46,58	976,00
Sacramento	-19,53	47,26	912,00
Patos de Minas	-18,51	-46,43	940,28
Araxá	-19,60	-46,93	1023,61

Fonte: Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O zoneamento bioclimático em função da ocorrência de ondas de calor foi baseado no cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e suas categorias de risco segundo a classificação da USDC-ESSA, (1970), que considera valores menores ou iguais a 74 situação normal, de 75 a 78 situação de alerta, de 79 a 83 perigo e emergência quando for maior ou igual a 84, nas perdas da produção leiteira (DPL) e na redução do consumo alimentar (RCA).

Primeiramente, calculou-se o ITU pela fórmula de Yousef (1985), para os horários de

09:00, 15:00 e 21:00 que eram os horários de leitura de algumas estações meteorológicas e posteriormente registrados nas bases de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do posto meteorológico do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (IG/UFU).

$$ITU = T_a + 0,36T_{po} + 41,2$$

Onde:

T_a = temperatura do ar em °C; T_{po} = temperatura de ponto de orvalho em °C, conforme Silva (2000), em que:

$$T_{po} = 273,15 [0,971452 + 0,057904 \log_e P_p [ta]^{-1} - 273,15]$$

Um valor crítico de ITU acima de 81 para análise de ondas de calor foi adotado para que fosse possível uma correlação entre estresse térmico e o ITU.

A divisão de condições de ondas de calor foi realizada em eventos possíveis e efetivos. Os eventos possíveis foram aqueles com ITU maior ou igual a 81 por no mínimo três dias consecutivos e temperaturas de até 32°C. Eventos efetivos foram aqueles em que o ITU foi maior ou igual a 81 e temperatura igual ou superior a 32°C por no mínimo três dias e em pelo menos um horário do dia

As simulações de perdas produtivas e também da redução do consumo alimentar foram realizadas durante os eventos de ondas de calor para cada estação meteorológica, utilizando as fórmulas propostas por Berry et al. (1964) e por Hahn e Osburn (1969), respectivamente:

$$DPL = -1,075 - 1,736 (PN) + 0,02474 (PN) (ITU)$$

Onde:

DPL = declínio absoluto na produção de leite ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{vaca}^{-1}$); PN = nível normal de produção de leite ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{vaca}^{-1}$); ITU = valor do Índice de Temperatura e Umidade (adimensional) medido durante o evento extremo, a onda de calor. No presente estudo consideraram-se os valores de PN de 10, 20 e 30 ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{vaca}^{-1}$).

$$RCA = -28,23 + 0,391 (ITU)$$

Onde:

RCA = Redução do Consumo Alimentar ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{vaca}^{-1}$); ITU = valor do Índice de Temperatura e

Umidade (adimensional) medido durante o evento extremo, a onda de calor.

Os seguintes aspectos foram avaliados para o estudo do zoneamento bioclimático da região: comportamento do ITU durante os meses; classificação dos valores médio do ITU para as categorias de alerta, perigo, emergência, noturno; valor médio do ITU noturno ($ITU \geq 76$). Na descrição dos eventos de ondas de calor foram registrados o número de dias e eventos prováveis, considerando ITU maior ou igual a 81, número de dias e eventos efetivos, considerando além de ITU maior que 81 e temperatura do ar superior a 32°C. Os meses de maior frequência de ondas de calor foram avaliados. As perdas na produção leiteira e a diminuição no consumo de alimentos foram simuladas durante as efetivas ocorrências de ondas de calor.

Para se conhecer qual cidade avaliada neste estudo foi considerada mais estressante em relação ao número de ondas efetivas de calor, uma classificação das cidades foi feita por meio de análise de componentes principais das variáveis RCA, DPL10, DPL20 e DPL30, pelo programa estatístico SAEG (2011), obtendo-se um escore, comparando por correlação não paramétrica pelo Teste de *Fridman*, com $P < 0,05$ pelo programa estatístico INSTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores ITU foram encontrados em janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro, porém, das nove estações meteorológicas estudadas as que apresentaram valores acima do normal para gado leiteiro, foram Frutal, Ituiutaba, Capinópolis e Uberaba (Figura 1).

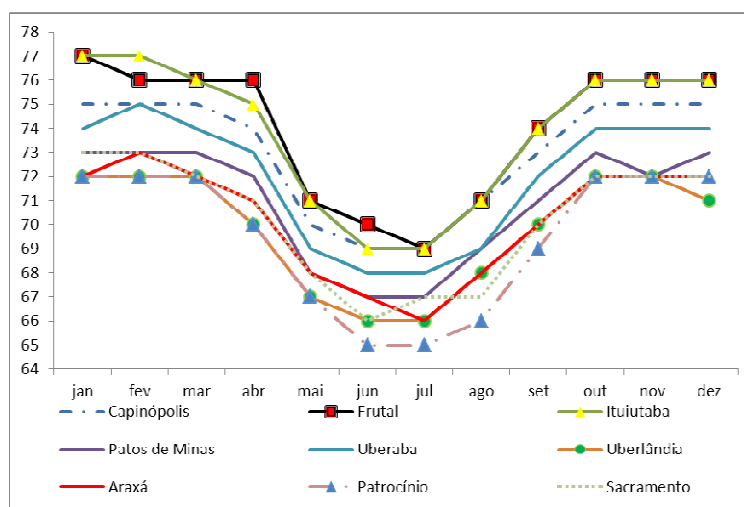


Figura 1. Comportamento do ITU médio mensal das cidades do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, MG, com estações meteorológicas de 2000 a 2010.

Resultados semelhantes foram encontrados por Klosowisk et al. (2002) que verificaram ITU acima de 75, nos meses mais quentes, ao estudar o declínio na produção de vacas leiteiras em Maringá – PR.

Em todas as cidades que apresentaram ondas de calor os meses de maior ocorrência foram outubro e novembro, portanto, mais prejudicial se comparada àquelas situações em que estas ocorrem

durante a estação mais quente, pois segundo Hahn (1999), são necessários três ou quatro dias para que os animais atinjam um equilíbrio térmico, em termos de diminuição da temperatura corporal, para que se inicie a aclimação.

Os valores de ITU diário, ITU considerado prejudicial no período da noite (ITU Noturno), além dos ITUs considerados de risco para a produção leiteira são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. ITU médio, noturno e de risco: alerta, perigo e emergência encontradas no intervalo de anos correspondente ao banco de dados de cada estação meteorológica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, MG.

Cidades	ITU Médio	ITU Noturno	Alerta	Perigo	Emergência
Araxá	70	77	76	80	85
Capinópolis	73	77	76	81	84
Frutal	74	77	76	81	84
Ituiutaba	74	77	76	81	84
Patos de Minas	71	76	76	79	sem ocorrências
Uberaba	72	77	76	80	85
Uberlândia	73	77	76	80	84
Patrocínio	69	0	76	80	sem ocorrências
Sacramento	70	76	76	80	sem ocorrências

¹ITU médio = média dos horários 09:00, 15:00 e 21:00; ²ITU noturno = média do horário 21:00 com valores acima de 76; ³alerta = média de ITU de 75 a 78, ⁴perigo = média de ITU de 79 a 83 e ⁵emergência = média de ITU \geq 84.

Nas categorias perigo, emergência e ITU noturno as maiores ocorrências foram nas cidades de Ituiutaba e Frutal.

Ao analisar os valores de ITU médio nota-se que em todas as cidades avaliadas o ITU de conforto foi alcançado, mostrando com isso que apesar de ocorrerem ondas de calor, a temperatura nesta região pode ser considerada amena. Comparando as Tabelas 2 e 3 pode se observar que algumas estações meteorológicas alcançaram valores de ITU maiores, porém o número de ocorrências foi baixo, por exemplo, Araxá apresentou na categoria de emergência um valor de ITU de 85, mas apenas uma

vez, já Frutal apresentou um valor de 84, entretanto com 116 ocorrências.

De acordo com Lima et al. (2007), a identificação do número de horas do ITU em qualquer uma das categorias é importante na caracterização do estresse animal, pois uma única hora em que o ITU alcançou 85 não necessariamente terá um efeito severo sobre a produção, devido a capacidade do animal de manter a homeostase, sem que isso resulte em grandes perdas.

Tabela 3. Número de ocorrência de ITU noturno e das diferentes categorias encontradas no intervalo de anos correspondente ao banco de dados de cada estação meteorológica da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – MG

Estações	Noturno	Alerta	Perigo	Emergência
Araxá	6	1253	174	1
Capinópolis	89	1770	1313	12
Frutal	690	1705	1381	116
Ituiutaba	309	1752	1544	116
Patos de Minas	4	1490	245	0
Uberaba	15	1788	961	10
Uberlândia	213	1795	946	8
Patrocínio	0	60	8	0
Sacramento	1	153	31	0

Nos municípios de Araxá, Sacramento e Patrocínio não foram registrados períodos de ondas de calor, já Frutal e Ituiutaba apresentaram maiores valores de ondas de calor e maior número de ondas de calor por ano (Tabela 4). Apesar de Capinópolis estar situada na mesma microrregião de Ituiutaba, apresentou um número de ondas/ano menor. A cidade de Patos de Minas apresentou menos de uma onda/ano. Lima et al. (2007) não encontraram valores maiores que 10 ondas/ano em estudo no Estado de São Paulo, sendo encontrado um valor de

9,5 apenas na cidade São José do Barreiro, nas demais cidades a quantidade de eventos/ano não passou de cinco. De la Casa e Ravelo (2003) estudando ondas de calor na região de Cordoba, Argentina, encontraram em V. M. Río Seco de 1968 a 1987, 133 casos com duração máxima de 11 dias consecutivos, dando uma média de 7 eventos/ano. Já na região de Río Cuarto, o impacto das ondas de calor foram menos significantes com apenas 45 casos e duração máxima de cinco dias consecutivos, dando apenas 2,37 eventos/ano.

Tabela 4. Ocorrência de prováveis e efetivas ondas de calor, sua duração em dias, ocorridas por ano para cada estação meteorológica da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – MG.

Município	Intervalo de anos	POC	DPO	EOC	DEO	Nº de ondas/ano
Araxá	2000-2010	0	0	0	0	0
Capinópolis	2000-2010	76	271	35	137	3,18
Frutal	2000-2010	134	721	96	533	8,72
Ituiutaba	2000-2010	162	866	109	556	10,9
Patos de Minas	2000-2010	2	7	2	7	0,18
Uberlândia	2000-2010	32	121	17	69	1,54
Uberaba	2000-2010	42	166	29	29	2,36
Sacramento	2006-2010	0	0	0	0	0
Patrocínio	2006-2010	0	0	0	0	0

Nota: POC - Provável ocorrência de ondas de calor, DPO - Dias prováveis de onda de calor, EOC - Efetiva ocorrência de ondas de calor, DEO - Dias efetivos de onda de calor.

Semelhante ao que é apresentado na tabela 5 deste estudo, Oliveira et al. (2010), ao estudar risco de perdas produtivas no Estado de Minas Gerais, constataram que os maiores decréscimos na produção leiteira e consumo alimentar ($4,5\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}\cdot\text{vaca}^{-1}$) foram encontrados em quase todo Triângulo Mineiro. Isto devido ao fato de que a redução do consumo alimentar é considerada como uma das principais causas da redução na produção de leite (FUQUAY, 1981). Wheelock et al. (2010)

com a finalidade de avaliar quanto da redução na produção leiteira de vacas Holandesas estressadas era devido a queda na ingestão da matéria seca, submeteram um grupo de animais a condições de estresse térmico por 7 dias e outro grupo em condições de termoneutralidade porém, este alimentado com a mesma quantidade de ração ingerida pelo grupo estressado. Os autores observaram diminuição progressiva na ingestão de matéria seca no grupo estressado sendo que no 5º e

6º dia pós-estresse esta diminuição correspondeu a 30%, observaram ainda que esta redução na ingestão

da matéria seca contribuiu com 50% da redução na produção de leite.

Tabela 5. Valores medianos da redução do consumo, dos níveis de produção de leite e escore dos componentes principais, nas cidades que tiveram ocorrência de efetivas ondas de calor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

CIDADE	RCA	DPL10	DPL20	DPL30	ESCORE
Capinópolis	3,910ab	1,900ab	4,875ab	7,850ab	10,212ab
Frutal	4,120b	2,035b	5,110b	8,260b	10,694b
Ituiutaba	4,090b	2,015b	5,110b	8,205b	10,687b
Uberaba	3,620a	1,720a	4,360a	7,310a	9,480a
Uberlândia	3,825ab	1,850ab	4,775ab	7,695ab	10,003ab

Nota: Medianas seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Friedman ($P < 0,05$). RCA= redução no consumo alimentar, DPL10, DPL20 e DPL30 = nível de produção de leite, respectivamente, de 10, 20 e 30 kg.dia⁻¹.vaca⁻¹.

Silva et al. (2008) constataram que, em torno de 81% do território do estado de Pernambuco, apresentou condições estressantes para o gado leiteiro, especialmente para animais que possui altos níveis de produção (NP). Com relação a região estudada nesta pesquisa esta porcentagem representa 67% da região com perdas estimadas de até 8,26kg.dia⁻¹.vaca⁻¹.

De acordo com Pires e Campos (2009), o ambiente ideal para criação de animais de leite de linhagem europeia corresponde a uma faixa de temperatura média de 20°C durante todo ano e umidade relativa em torno de 50 a 80%. A temperatura crítica para vacas de raça Holandesa em lactação é de 21°C e de 24 a 27°C a temperatura crítica para o consumo de alimentos. Temperatura essa muito inferior as encontradas no presente estudo que foram superiores a 32°C, constatando assim alto nível de estresse levando a uma redução do consumo alimentar e também da produção de leite.

No Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba as cidades de Patrocínio e Araxá apresentam melhores características de ambiente térmico para criação de vacas leiteiras, seguidas de Patos de Minas. Estas cidades apresentam-se em grande parte do ano sobre efeito de baixas temperaturas com média em torno de 20,2; 22,10 e 22,47°C e umidade relativa em torno de 65%, 66%, 67%, respectivamente. Ao analisar os escores de componentes principais das

cidades que apresentaram eventos efetivos de ondas de calor pode-se observar que menores escores são os que apresentam menor estresse térmico para o animal, sendo a cidade de Uberaba considerada a melhor e Frutal e Ituiutaba as piores.

Nas regiões Frutal e Ituiutaba, que apresentam condições ambientais estressantes para o gado leiteiro, a utilização de técnicas que amenizam o estresse térmico e utilização de cruzamentos com raças mais adaptadas serão necessárias para obtenção de êxito na atividade leiteira.

CONCLUSÕES

Ondas de calor com maior número de dias demonstram maiores perdas produtivas e diminuição de consumo alimentar. Os meses com maiores ITU médios não são os que apresentam maiores ocorrências de ondas de calor. Com isso comprova-se que a ocorrência de ondas de calor pode prejudicar a ingestão de alimentos e diminuir a produção leiteira demonstrando de forma mais efetiva o efeito do estresse térmico em vacas leiteiras, o que não pode ser visualizado apenas com valores de ITU, sendo assim o conhecimento das ocorrências desse fenômeno é uma ferramenta importante para planejar um ambiente térmico propício para pecuária leiteira na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

ABSTRACT: The aim of this study was to estimate milk production and food consumption during the occurrence of heat waves in the Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba, MG by means of bioclimatic zoning based on the Temperature and Humidity Index (THI). Therefore a history of heat wave occurrence between the years 2000-2010 was compiled. The decline in milk production (DMP) and reduced food consumption (RFC) were simulated in cities where periods of heat waves were identified. Frutal and Ituiutaba had the highest rate of heat wave occurrence per year. The DMP and RFC showed bioclimatic differences between the cities of Uberaba, Ituiutaba and Frutal. The cities with the best bioclimatic conditions were Sacramento and Patrocínio, as they presented a THI classified outside of the emergency range, with a night THI of below 76 and without heat waves. Therefore, the occurrence of heat waves can impair food intake and

decrease milk production, thereby most effectively demonstrating the effects of thermal stress on dairy cows in the Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba, MG region.

KEYWORDS: Bioclimatic zoning. Climate change. Dairy cattle. Thermal stress.

REFERÊNCIAS

- AMS. American Meteorological Society. **Glossary of Meteorology**. Boston, Ma. 5^a Ed. 1989.
- BOWLES, E. H. **Classifying Heat Waves In The United States**. 2009. 129 F. Tese. (Doutorado em Filosofia) - Department Of Geography College Of Arts And Sciences, Kansas State University, Manhattan, 2009.
- BROWN-BRANDL, T. M.; NIENABER, J. A.; HAHN G. L.; EIGENBERG R. A. Analysis of meteorological parameters of different extreme heat waves. In: Proceedings Of The Eighth International Livestock Environment Symposium, 8., 2008, Cataratas do Iguaçu. **Anais...** Cataratas do Iguaçu p. 849-855. 2008.
- DE LA CASA, A. C.; RAVELO, A. C. Assessing temperature and humidity conditions for dairy cattle in Cordoba, Argentina. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 48, p. 6–9, 2003.
- DHIMAN, T. R.; ZAMAN, M. S. Desafios dos sistemas de produção de leite em confinamento em condições de clima quente. In: Simpósio de Nutrição e Produção de gado de Leite, 2., 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2001. p. 05-20.
- ENVIRONMENT CANADA. Atmospheric, Climate, And Water Systems Branch. **Climate And Weather Glossary Of Terms**. 1996. Disponível em: <[Http://Www.Cmc.Ec.Gc.Ca/Climate/Glossary.Htm](http://www.Cmc.Ec.Gc.Ca/Climate/Glossary.Htm).> Acesso em: 28 Abr. 2011.
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa – MG: Aprenda Fácil, 2005, 371p.
- FUQUAY, J. W. Heat stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 52, n. 1, p. 164-174, 1981.
- HAHN, G. L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 10-20, 1999.
- HAHN, G. L.; MADER, T. L. Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. **Proc. 5th intl. Lvstk. Environ. Symp.**, p. 563-571, 1997.
- HAHN, G. L.; OSBURN, D. D. Feasibility of Summer environmental control for dairy cattle based on expected production losses. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 12, n. 4, p. 448-451, 1969.
- KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T.; GASPARINO, E. Estimativa do declínio na produção de leite em período de verão para Maringá-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 283-288, 2002.
- LIMA, K. A. O.; MOURA, D. J.; NAAS, I. A.; PERISSINOTTO, M. Estudo sobre a influência de ondas de calor sobre a produção de leite no Estado de São Paulo. **Bio Engenharia**, Campinas, v. 1, p. 70-81, 2007.
- MARCHETO, F. G.; NAAS, I. A.; SALGADO, D. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema de free-stall. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 320-323, 2002.

- MEEHL, G. A.; TEBALDI, C. More intense, more frequent and longer lasting heat waves in the 21st century. **Science**, Washington, v. 305, p. 994– 997, 2004.
- OLIVEIRA, E. C.; DELGADO, R. C.; ROSA, S. R.; NEVES, L. O.; SILVA, M. A. V.; GONÇALVES, P. H. L. Risco de perdas por estresse climático na produção de leite, mês de fevereiro, em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16, 2010, Belém, **Anais...**, Belém: Brasil. 2010. Disponível em: < http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/579_11692.pdf >. Acesso em: 22 set. 2013.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 30, n. 1, p. 135-142, 2007.
- PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. **Embrapa**, Juiz de Fora, MG, 2009. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/nova/aunidade/artigos/>>. Acesso em: 16 set. 2013.
- SARAVIA, C.; ASTIGARRAGA L.; VAN L. E.; BENTANCUR, O. Impacto de las olas de calor en vacas lecheras en Salto (Uruguay). **Agrociencia Uruguay**, Montevideo, v. 15, n. 1, 2011. Disponible en: < <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v15n1/v15n1a11.pdf> >. Acesso em 11 sept. 2011.
- SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel/FAPESP, 2000, 379p.
- SILVA, T. G. F.; DE MOURA M. S. B.; SÁ, I. I. S.; ZOLNIER, S.; TURCO, S. H. N.; SOUZA, L. S. B. Cenários de mudanças climáticas e seus impactos na produção leiteira em estados nordestinos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 863–870, 2010.
- SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS. **SAEG**. Fundação Arthur Bernardes – Universidade Federal de Viçosa: UFV, Viçosa, 2011.
- United States Department of Agriculture-ESSA. Livestock hot weather stress. **Central Regional Operations Manual Letter**, Kansas City, MO. p. 70-28, 1970.
- WHEELOCK, J. B., RHOADS, R. P.; VANBAALE, M. J.; SANDERS, S. R.; BAUMGARD, L. H. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 2, p. 644-655, 2010.
- YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. CRC Press, Boca Raton, FL, 1985.