

## A vaca leiteira e as mudanças climáticas globais

*The dairy cow and global climate changes*

Flávio Baccari Jr.

**Baccari Jr. F** (Autor para correspondência)  
Pesquisador independente. Universidade Estadual Paulista  
(Unesp), Campus Botucatu.

email: bacjr@uol.com.br

Recebido: 08 de Abril, 2014 ▪ Aceito: 18 de Outubro, 2014

**Resumo** Vacas leiteiras de alta produção são mais sensíveis ao estresse térmico devido, principalmente, à sua maior taxa metabólica de repouso, em comparação com vacas de baixa produção e vacas secas. Suas respostas a níveis crescentes de temperatura, umidade e os índices de umidade globo negro são discutidos, bem como alguns aspectos da tolerância ao calor como relacionados ao aumento da temperatura corporal e diminuição da produção de leite. Algumas práticas de mitigação e adaptação são recomendadas para enfrentar os desafios das mudanças climáticas globais.

**Palavras-chave:** adaptação, estresse térmico, mitigação

**Abstract** High producing dairy cows are more sensitive to heat stress due mainly to their higher resting metabolic rate as compared to low producing and dry cows. Their responses to increasing levels of the temperature-humidity and the black globe-humidity indices are discussed as well as some aspects of heat tolerance as related to body temperature increase and milk production decrease. Some mitigation and adaptation practices are recommended to face the challenges of global climate changes.

**Keywords:** adaptation, heat stress, mitigation

### Interação animal – ambiente

O ambiente ou meio ambiente é composto por uma complexa combinação de fatores que cercam determinada espécie de ser vivo podendo ser favorável ou desfavorável a seu desenvolvimento biológico. São fatores abióticos do ambiente o ar, a água, a luz, o calor, o frio, as chuvas, o vento, o solo. A flora e a fauna constituem os fatores bióticos. Os fatores ambientais em geral agem de forma conjunta.

Para Dias (2008), o ambiente deve incluir a cultura humana posto que hoje as atividades dos seres humanos sobre a Terra produzem muitas influências, fazendo-se necessário considerar os aspectos políticos, éticos, econômicos, sociais, ecológicos, culturais, religiosos e outros para que se obtenha uma visão global do problema e das suas alternativas de soluções. Os animais vivem em equilíbrio dinâmico com o ambiente e a ele reagem de forma individual posto que na natureza cada indivíduo é único.

Dotadas de instintos inatos, entre os quais o da autopreservação ou de sobrevivência, as vacas leiteiras respondem aos desafios do ambiente térmico no sentido de

manutenção da homeostase (equilíbrio fisiológico) e, portanto da sobrevivência.

### Potencial biótico e resistência do meio

A capacidade de uma espécie de viver em um ou mais ambientes revela seu potencial biótico (PB). Este será alto ou baixo em função da maior ou menor gama de ambientes onde a espécie consegue viver. A resistência do meio (RM) caracteriza o conjunto de dificuldades apresentadas pelo meio a uma determinada espécie. As espécies com alto PB são capazes de vencer a RM e apresentam uma ampla distribuição geográfica caracterizando as chamadas espécies cosmopolitas. Os mamíferos e as aves, em geral, enquadram-se nesse grupo em função de sua temperatura interna manter-se relativamente constante (Martins, 1985).

### A lei da tolerância

Os organismos têm diferentes amplitudes de tolerância a diferentes fatores do ambiente e funcionam de forma mais adequada nos pontos centrais dessas amplitudes.

Aquelas espécies com amplitudes maiores em relação à variedade de fatores ambientes são provavelmente as mais amplamente distribuídas (figura 1, Cloudsley-Thompson, 2002).

### Tolerância ao calor

A tolerância ao calor de uma espécie, raça ou indivíduo depende de seu patrimônio genético e atributos anatômicos e fisiológicos inerentes e, portanto, de sua capacidade de adaptação ao ambiente quente mediante respostas comportamentais e mecanismos fisiológicos de perda de calor.

### Taxa metabólica e tolerância ao calor

As vacas leiteiras de alta produção são mais sensíveis ao stress pelo calor devido à alta eficiência na utilização dos alimentos e à sua alta taxa metabólica. Por exemplo, vacas com produção diária média acima de 30 kg leite dia-1 são mais intolerantes ao calor que vacas com produção diária média de 10 kg leite dia-1 posto que sua produção interna de calor é mais elevada tornando mais difícil a dissipação do calor excedente acumulado no corpo. Altas taxas metabólicas são incompatíveis com a tolerância ao calor. Em geral, as vacas zebus leiteiras, mais resistentes ao calor, têm taxa metabólica mais baixa e produzem menos quando comparadas às holandesas.

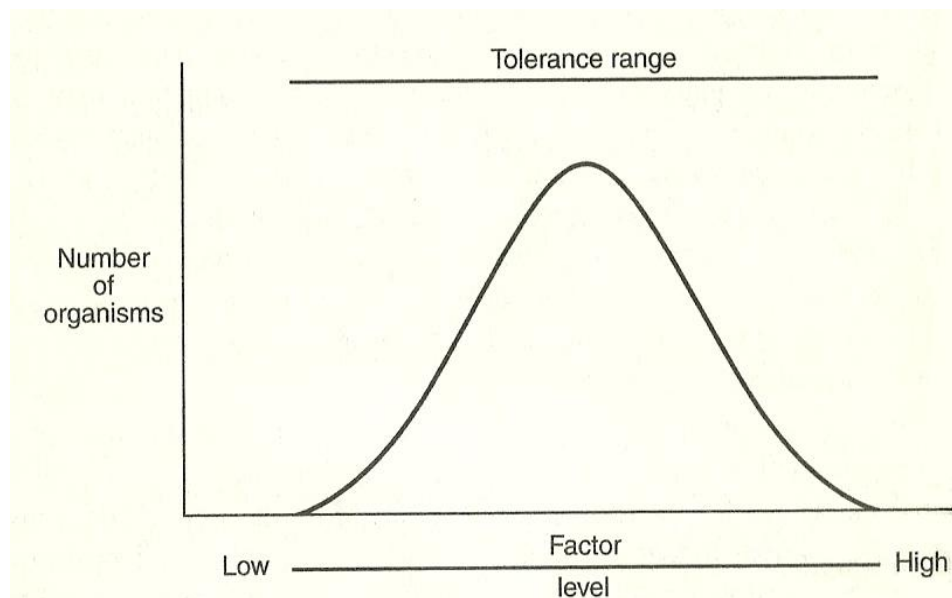
### Temperatura do corpo e tolerância ao calor

A manutenção da temperatura do corpo dentro dos limites normais impera sobre as funções produtivas como a lactação e a reprodução. Durante o dia, as vacas recebem e absorvem calor da radiação solar direta (global) e indireta (difusa) e o dissipam durante a noite quando a temperatura do ar é mais baixa. Em geral, a temperatura corporal da vaca de leite varia normalmente entre 38,0 a 39,3 o C (Cunningham, 1992). As vacas em lactação apresentam temperatura mais elevada que vacas secas em função de sua mais alta taxa metabólica.

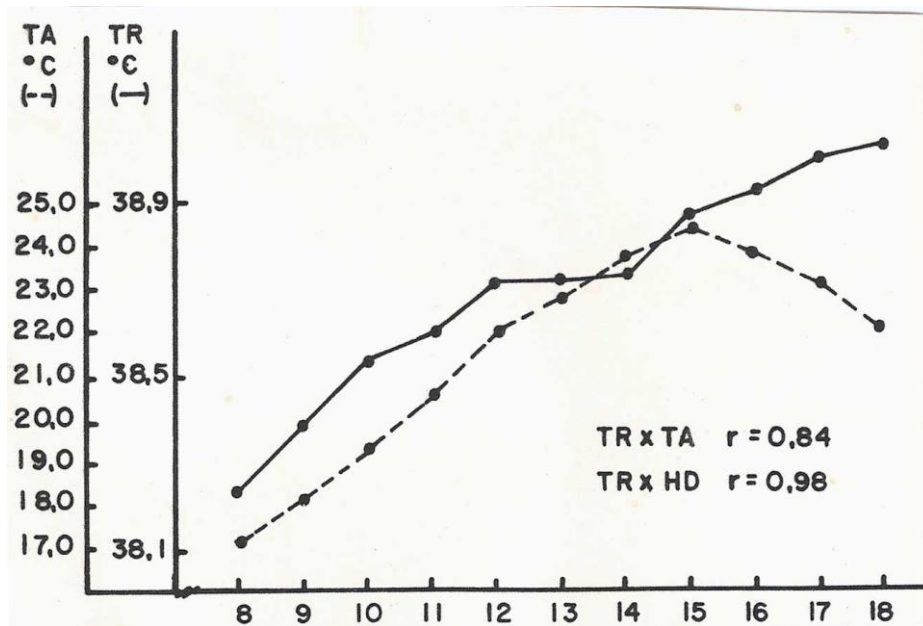
### O ritmo diário da temperatura do corpo

A temperatura corporal é um evento biológico de recorrência periódica obedecendo a um ritmo ou ciclo diário (ciclo circadiano) que se repete a cada 24 horas (Cipola-Neto et al., 1988) sendo que nos bovinos a máxima ocorre entre 17 e 19 horas e a mínima entre 4 e 5 horas.

A análise da figura 3 revela que a temperatura do corpo (TR) guardou relação mais alta com a hora do dia (HD) do que com a temperatura do ar (TA) depreendendo-se que sua elevação durante o dia deveu-se mais ao metabolismo (alimentação, atividades, Marek e Mócsy, 1963) que à temperatura ambiente.



**Figura 1** Os organismos vivos têm diferentes amplitudes a diferentes fatores ambientais.



**Figura 2** Variação fisiológica da temperatura retal (TR) em bovinos holandeses em crescimento das 8 às 18 horas. Correlação com temperatura do ar (TA) e hora do dia (HD).

### Hipertermia

A hipertermia se caracteriza pelo aumento da temperatura corporal acima do limite superior normal e segundo Heinene (1988) causa uma entropia nos processos biológicos. Ocorre quando, em função do stress térmico, o calor armazenado ou acumulado no corpo excede o calor que o organismo consegue dissipar. A hipertermia inibe o centro do apetite localizado no hipotálamo, via temperatura do sangue, com conseqüente redução na ingestão de alimentos, na taxa metabólica e na produção de leite e porcentagem de gordura (Baccari, 2001). Valores letais de hipertermia situam-se acima dos 42,0 o C, verificados nos casos de intermação e insolação, por exemplo

#### Evitando a hipertermia

Na defesa contra o calor e objetivando resfriar o corpo para se prevenir da hipertermia, as vacas mobilizam respostas comportamentais (busca por sombra e água) e ativam mecanismos fisiológicos de perda de calor como o aumento da frequência respiratória e da taxa de sudorese. Ademais, reduzem o consumo de matéria seca (para baixa a taxa metabólica) e aumentam o consumo de água.

### Índices de conforto térmico

O índice de temperatura e umidade (THI) tem sido amplamente utilizado para demonstrar os efeitos das altas temperaturas do ar combinadas a diversos valores de umidade relativa, sobre a produção de leite, particularmente

de vacas holandesas. As vacas de alta produção apresentam maior declínio na produção com o aumento do THI.

Os cálculos têm considerado, em geral, de forma cumulativa, o número de horas diárias em que o THI excede um valor crítico inferior a partir do qual a produção de leite começa a declinar, tomado, em geral, como 72. Entretanto, o THI crítico inferior poder variar como demonstrado no trabalho de Igono et al (1992) que determinaram um crítico inferior de 64, e ainda um médio de 72 e um superior de 76, em região de clima quente e seco. Para Hahn (1985), um THI igual a 70 ou menos expressa uma condição normal, um valor entre 71 e 78 é crítico, entre 79 e 83 a situação é de perigo e acima de 83 uma condição de emergência está presente.

Considerando-se que o THI não leva em conta a radiação solar direta (global) ou indireta (difusa), o “Índice de Globo Negro e Umidade, BGHI”, desenvolvido por Buffington et al. (1981), seria mais indicado posto que mais abrangente para medir o ambiente térmico pois inclui em sua equação os valores relativos ao termômetro de globo negro e, portanto, da carga de calor radiante do sol (embora de forma indireta). No trabalho dos autores a produção de leite guardou correlação negativa mais alta com o BGHI do que com o THI sob radiação solar direta.

### Mudanças climáticas globais

#### Aquecimento e resfriamento

A história do planeta registra vários períodos de aquecimento e resfriamento verificando-se um pico de aquecimento nos anos 2000 (figura 3). Com o advento da

Revolução Industrial na Inglaterra, *circa* 1750, as atividades humanas vêm acelerando o aquecimento do planeta estimado atualmente em cerca de 0,8 °C.

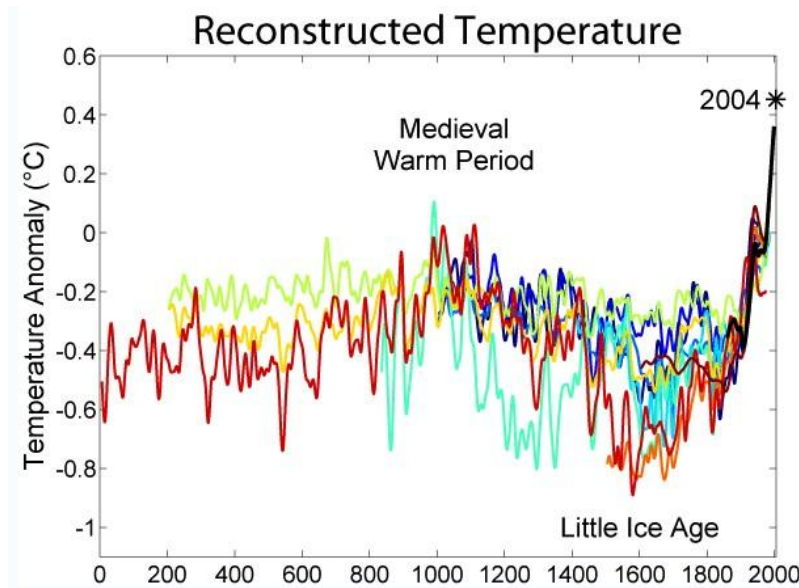


Figura 3 Períodos de aquecimento e resfriamento ao longo da história.

### O efeito estufa

O efeito estufa é o aumento da temperatura da Terra causado pelo acúmulo de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e de gás metano (CH<sub>4</sub>) na atmosfera. Esse acúmulo ocorre porque a capacidade de assimilação da Terra já foi superada, ou seja, são lançados na atmosfera mais CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> do que a natureza pode assimilar. As fontes de emissão de CH<sub>4</sub> são as plantações de arroz, o gado e os “lixões” urbanos (Dias, 2004).

### Emissões de metano e pecuária de leite

Os ruminantes, em geral, produzem metano como um subproduto do processo digestivo (fermentação entérica) mercê da ação das chamadas bactérias metanogênicas sobre as fibras. O metano é emitido para o ambiente pela eructação e pelas fezes e é 23 vezes mais potente que o CO<sub>2</sub> no relativo ao efeito estufa.

Na Austrália, por exemplo, os ruminantes de per si contribuem com 13,1% do total nacional de emissões (Hegarty, 2007). Nos Estados Unidos estima-se que cada vaca emita 80-110 kg de metano e para o rebanho de 100 milhões de cabeças cerca de 5,5 milhões de toneladas/ ano são lançadas na atmosfera correspondendo a 20 % das emissões de metano do país (www.epa.gov, 2007).

### A redução da camada de ozônio

O ozônio (O<sub>3</sub>) é um gás que atua como filtro solar na camada superior da atmosfera que envolve a Terra e protege

contra a ação dos raios ultravioleta provenientes do sol, causadores de câncer de pele e catarata. A camada de ozônio está sendo destruída pelos CFCs (clorofluorcarbonos), produtos químicos utilizados em refrigeração (geladeiras, aparelhos de ar condicionado, etc.) aerossóis (*sprays*), extintores e outros. O tráfico ilícito de CFCs está adiando o prazo de recuperação da camada de ozônio (Dias, 2004).

Com a crescente destruição da camada de ozônio espera-se um aumento na ocorrência de casos de câncer de pele tanto na espécie humana quanto nos animais pela ação intensa dos raios ultravioleta (figura 4).

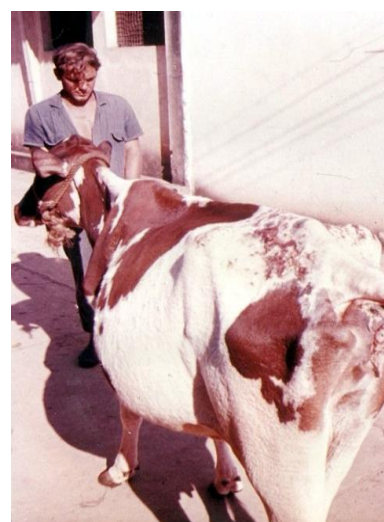


Figura 4 Câncer de pele (carcinoma) na região posterior do corpo em vaca holandesa. Cortesia: Prof. Edalmo Souza Couto. Escola de Veterinária, UFMG. *In memoriam*

### Distopias – catástrofes naturais / Escassez de água – estiagens

Várias regiões do mundo têm sido assoladas por secas prolongadas causando escassez de alimentos e água, mortalidade e a migração de seres humanos e animais (figuras 5 e 6).

Com as secas, os incêndios nas áreas de floresta se tornam mais frequentes e muitos animais morrem carbonizados. Assim como as secas, as inundações têm ocorrido em várias regiões do planeta causando grande prejuízo em termos materiais e mortalidade de seres humanos e milhares de animais como ocorreu com bovinos na Bolívia com a cheia do rio Madeira em 2013.

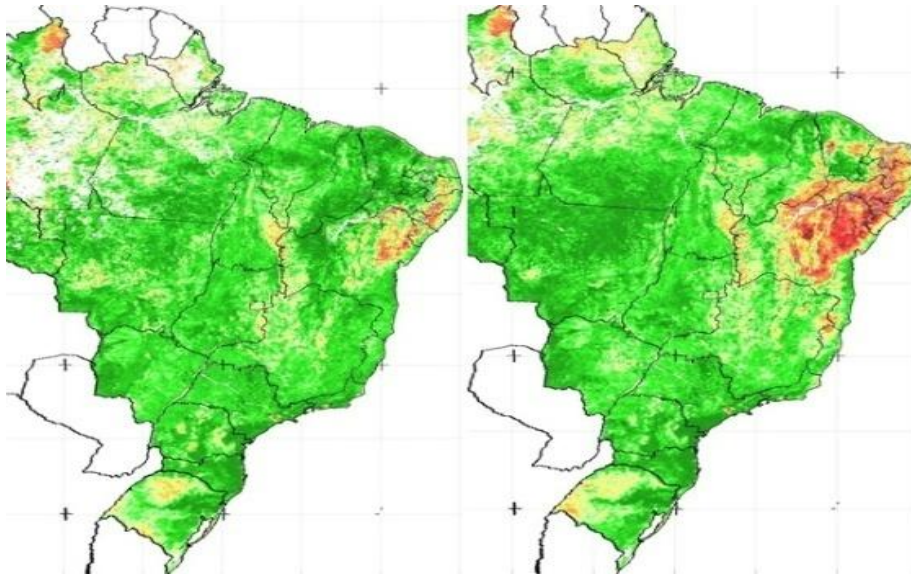


Figura 5 Estiagem prolongada na região nordeste do país. Fonte:Uol



Figura 6 Muitos animais morrem por desnutrição, desidratação e exaustão. Fonte UOL

### Ondas de calor e veranicos

As ondas de calor caracterizam-se por temperaturas muito elevadas e se agravam quando os animais ou os seres humanos ficam expostos à radiação solar direta sob o risco de insolação. Podem durar de alguns dias a algumas semanas. No verão de 1977, na Califórnia, vacas em lactação

sofreram stress térmico severo devido a uma onda de calor quando as temperaturas do ar diárias máximas variaram de 31,0 a 35,5 °C e a umidade relativa variou entre 90 e 95 %. Cerca de 700 animais morreram e a produção de leite foi bastante reduzida (Buffington et al 1983). Em 2003 e 2006 ondas de calor atingiram a França e a Inglaterra com variável

número de mortes de animais e declínios na produção de leite.

O veranico se caracteriza como um fenômeno meteorológico consistente de no mínimo quatro dias sem precipitação, de calor intenso, em plena estação fria (Assis et al 2007). Os autores verificaram, na região de Pelotas-RS,

que o mês de abril foi o de maior ocorrência de veranicos e que os sistemas anômalos de alta pressão são os responsáveis pelo bloqueio das frentes frias provocando estiagens e aumento das temperaturas máximas e mínimas em pleno inverno. Os veranicos afetam a produção de leite em função dos danos causados às pastagens.

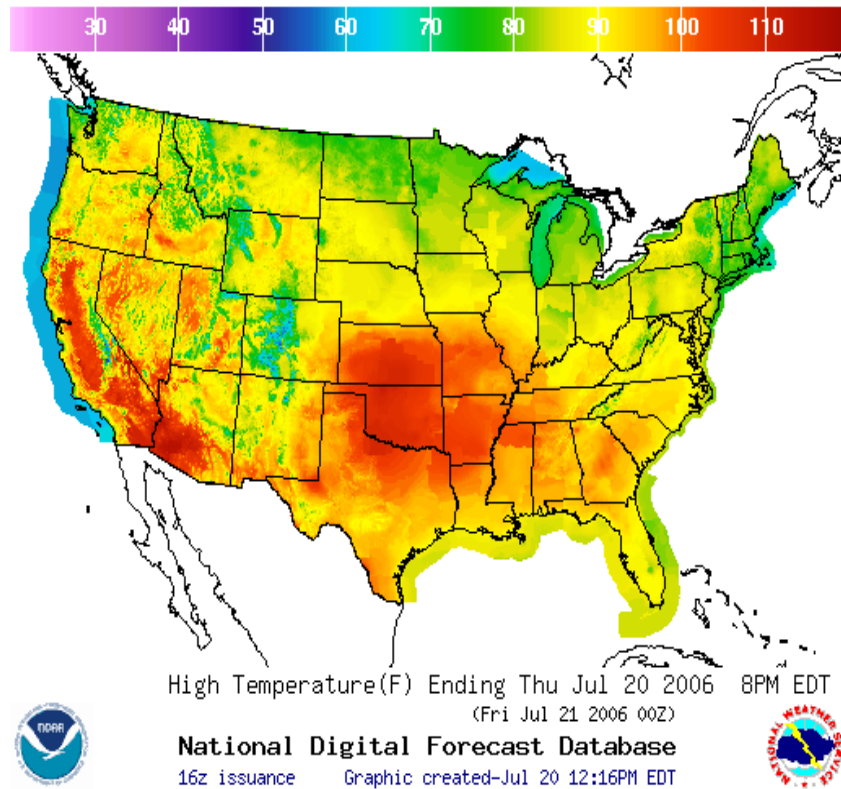


Figura 7 Onda de calor nos Estados Unidos no verão de 2006.

### Perdas esperadas na produção

#### Zoneamento climático

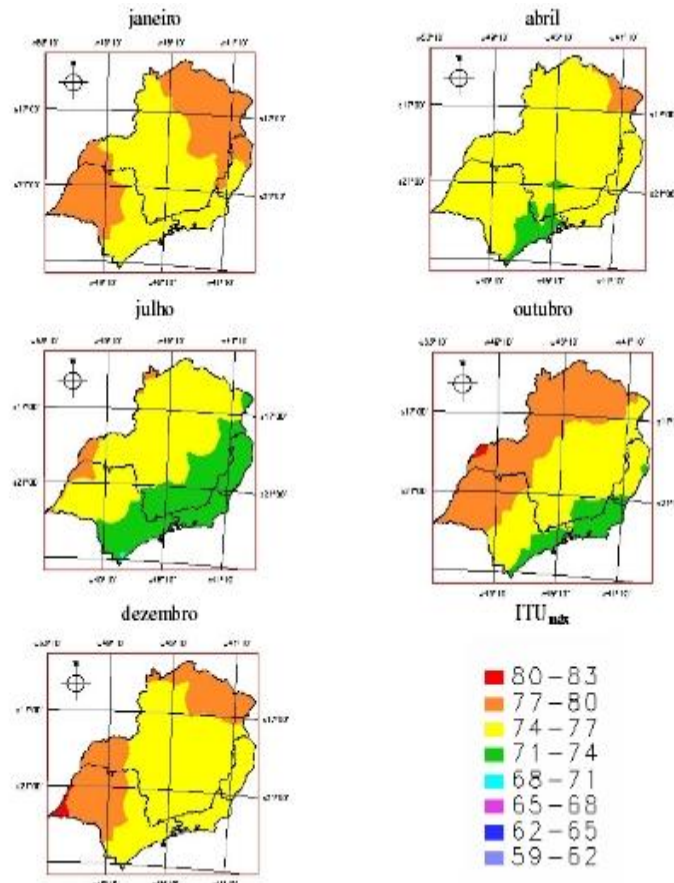
De acordo com projeções do CSIRO (2011) aumentará o número de dias estressantes para as vacas leiteiras a cada ano. Simulações do aumento futuro de emissão dos gases estufa nos níveis baixo, médio e alto demonstraram que por volta de 2025 os dias de stress pelo calor podem aumentar em 25% por volta de 2025 e em 60% em torno de 2050. O declínio na produção de leite poderá chegar a 35-210 litros de leite por vaca/ ano acentuando-se para 85-420 litros /vaca/ano em torno de 2050. Em trabalho levado a efeito no Brasil, por exemplo, Oliveira et al (2006) procederam ao zoneamento climático da região sudeste aplicando o índice de temperatura e umidade em relação ao conforto térmico de vacas demonstrando maior risco de desconforto térmico no período de outubro a abril comparado ao período entre maio e setembro (figura 8).

### Mitigação e adaptação

Em geral, o diagnóstico de stress pelo calor nas vacas é obtido quando sua frequência respiratória é superior a 60-80 movimentos por minuto (taquipneia) de modo que medidas se impõem para mitigar os efeitos do stress: tentar oferecer um microclima de conforto mediante a provisão de: sombra, natural ou artificial (móvel); a sombra pode reduzir em 30 % ou mais a carga de calor radiante sobre os animais); aspersão de água nas horas mais quentes do dia; atentar para a frequência de aspersões posto ser a água um recurso escasso; aspersão de água mais ventilação forçada; atentar para o uso de energia elétrica pois aumenta os custos de produção; outros métodos de resfriamento evaporativo; utilização de abrigos abertos lateralmente; transferência do rebanho para áreas mais elevadas, pois a altitude ameniza a temperatura. Em todos os casos deve-se observar a relação custo-benefício no relativo às práticas utilizadas.

Outras medidas incluem: a produção de leite com vacas menos produtoras que a holandesa mas mais tolerantes ao calor como a Jersey, a Schwyz ou a Girolando; a produção de leite com vacas de raças zebus melhoradas mais resistentes ao calor e a doenças como a Gir leiteira ou a Guzerá leiteira; produção de leite a pasto; produção de leite orgânico (*Ecofarming*); aplicação eventual de testes de tolerância ao calor com ênfase na variação (elevação), em números absolutos e em porcentagem, da temperatura

corporal durante o dia e sua capacidade de recuperação em condições mais amenas (na manhã seguinte a uma noite com temperatura mais baixa, por exemplo). Não utilizar testes cujas fórmulas ou equações incluam valores fixos de frequência respiratória e temperatura do corpo, pois conduzem a resultados equivocados.



**Figura 8** Distribuição espacial e temporal dos valores médios do índice máximo de temperatura e umidade (ITUmáx) na região sudeste do Brasil para o período compreendido entre os anos de 1980 e 2000.

## Referências

Baccari Jr. F, Campos Neto O, Rocha G (1979) Variação fisiológica da temperatura retal das 8 às 18 horas em bovinos holandeses. Correlação com a temperatura ambiente e hora do dia. Anais VIII Jornada Científica da Associação dos Docentes do Campus de Botucatu 5.

Baccari Jr. F (2001) Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: Editora UEL.

Buffington DE, Collazo-Arrocho A, Canton GH, Pitt D, Thatcher WW, Collier RJ (1981) Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of ASAE 24:711-714.

Buffington DE, Collier RJ, Canton GH (1983) Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. Transactions of the ASAE 26:1798-802.

Cloudsley-Thompson J (2002) Ecology. London: Cox and Wyman Ltd.

CSIRO (2011) Exploring how to adapt dairy enterprises to climate change.

Cunningham JG (1992) Textbook of veterinary physiology. Philadelphia: W.B. Saunders Company.

- Dias GF (2004) Eco percepção: um resumo didático dos desafios socioambientais. São Paulo: Editora Gaia.
- Dias, GF (2008) Educação ambiental: princípios e práticas. São Paulo: Gaia.
- Hahn GL (1985) Management and housing of farm animals in hot environments. In: Yousef MK (Ed.). Stress physiology of livestock. Boca Raton: CRC Press, 1985. v2, p.151-74.
- Hegarty R (2007) Greenhouse gas emissions from the Australia livestock sector. Australia Greenhouse Office.
- Marek J, Mócsy J (1963) Tratado de diagnóstico clínico de las enfermedades internas de los animales domésticos. Barcelona: Editorial Labor, S.A..
- Igono MO, Bjtvedt G, Sanford-Crane HT (1992) Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holsteins cows in desert climate. International Journal of Biometeorology 36:77-87.
- Martins C (1985) Biogeografia e ecologia. São Paulo: Editora Nobel.
- Oliveira LMF, Vanagi Jr. T, Ferreira E, Carvalho LG, Silva MP (2006) Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. Engenharia Agrícola 26:821-831.