



**PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.**

## **Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras**

---

Angélica Kischener de Moura<sup>1</sup>, Fagton de Mattos Negrão<sup>1</sup>, Carlos Clayton Oliveira Dantas<sup>1</sup>, Luiz Juliano Valério Geron<sup>2</sup>, Luiz Carlos Tadeu Capovilla<sup>2</sup>, Maurício Arantes Vargas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduado em Zootecnia pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

<sup>2</sup> Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Zootecnia, Campus Universitário de Pontes e Lacerda-MT

---

### **Resumo**

Muitos são os fatores que afetam negativamente a produção de animais criados tanto a pasto quanto em confinamento, sendo o estresse provocado pelo calor, um dos mais importantes na pecuária leiteira. Esse estresse é acentuado quando se associam altas temperaturas e altos níveis de umidade relativa, pois essa condição prejudica a perda de calor através dos processos evaporativos de termorregulação do animal. Quando o estresse ocorre devido à ocorrência de altas temperaturas, a ingestão de alimentos pelos animais acometidos diminui, assim como seu metabolismo, influenciando negativamente no crescimento, eficiência reprodutiva, conversão alimentar e produção de leite. Tendo o conhecimento das perdas na pecuária leiteira, devido às condições climáticas adversas encontradas no Brasil, observa-se a

importância do reconhecimento das influencias do clima e seus perigos sob a produtividade, principalmente de vacas européias, que são as maiores produtoras e, também, as que mais sofrem com adaptação.

**Palavras-chave:** temperatura, estresse térmico, produção de leite

## **Bioclimatic ambiencia and influences on the welfare of dairy cows**

### **Abstract**

There are many factors that negatively affect the production of both animals raised on pasture and in confinement, and the stress caused by heat, one of the most important in dairy farming. This stress is compounded when you combine high temperatures and high levels of humidity, since this condition affect heat loss through evaporative processes of thermoregulation of the animal. When stress occurs due to the occurrence of high temperatures, food intake by the animals affected, decreases as your metabolism, which negatively affects growth, reproductive efficiency, feed and milk production. Having the knowledge of loss in dairy farming due to Adverse weather conditions found in Brazil, there is the importance of recognizing the influences of climate and its dangers in productivity, mainly from European cows, which are the largest producers and also those most affected by adaptation.

**Keywords:** temperature, heat stress, milk production

## **1. INTRODUÇÃO**

O principal fator a ser considerado para garantir o conforto ao animal, em países tropicais e subtropicais, é minimizar os efeitos do estresse térmico. As condições climáticas nessas regiões são um grande desafio aos produtores, por alterarem os três processos vitais dos animais, a manutenção, a reprodução e a produção de leite (Head, 1995).

As vacas de raças leiteiras são particularmente sensíveis ao estresse térmico devido à sua função produtiva mais especializada e à sua alta eficiência na utilização dos alimentos (Baccari, 1989).

Os decréscimos observados na produção de leite em vacas submetidas ao estresse pelo calor são devidos, principalmente, aos efeitos envolvidos na regulação térmica, no balanço de energia e nas modificações endócrinas (Johnson, 1985). A principal estratégia das vacas lactantes para amenizar o incremento calórico é a redução na ingestão de matéria seca. A consequência é a queda na produção de leite. A redução do estresse térmico aumenta a ingestão de alimentos e a produção de leite sofre um incremento de pelo menos 10 a 20 % (Shearer & Bray, 1995).

Considera-se como zona de conforto térmico aquela faixa de temperatura ambiente dentro da qual o animal homeotermo praticamente não utiliza seu sistema termorregulador, sendo mínimo o gasto de energia para manutenção, ocorrendo a maior eficiência produtiva (Titto, 1998). Existe grande variação na literatura sobre as temperaturas críticas superior e inferior, que delimitam esta faixa de termoneutralidade. Huber (1990) cita a faixa de 4,0 a 26,0°C como de conforto térmico para vacas holandesas. A partir destes dados, conclui-se que a maior parte do Brasil apresenta freqüentemente temperaturas superiores a estas, por várias horas do dia, em grande parte do ano, sujeitando as vacas leiteiras ao estresse calórico.

A sensação de conforto está relacionada, também, com a umidade do ar. A temperatura ambiente associada à umidade relativa do ar é combinada num indicador de conforto térmico chamado índice de temperatura e umidade - ITU (Machado, 1998).

Outros índices têm sido desenvolvidos e usados para prever o conforto ou o desconforto das condições ambientes. Um índice considerado mais apurado para se medir o conforto térmico em regiões tropicais é o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU), pois incorpora a umidade, a velocidade do vento, a temperatura do bulbo seco e a radiação num único valor (Campos, 1986). Entretanto, trabalhos realizados por Buffington et al. (1979) mostraram que não há diferença significativa entre ITU e ITGU para as condições de sombreamento. Também, segundo Buffington et al. (1977), os ITUs não apresentaram diferenças significativas, ao nível de 5% de

probabilidade, para locais cobertos.

O estudo sistemático do ITU para as regiões produtoras de leite constitui importante instrumento indicativo de conforto/desconforto a que os animais podem estar submetidos, auxiliando produtores na escolha dos meios mais adequados de acondicionamento térmico Buffington et al (1977).

O objetivo deste trabalho é demonstrar os efeitos do estresse térmico em vacas com aptidão leiteira, com conseqüente queda na produção e, demonstrar possíveis métodos para amenizar as limitações conduzidas pelo estresse.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O Ambiente Tropical e a Produção de Leite**

O Brasil possui cerca de dois terços de seu território situados na faixa tropical do planeta, onde predominam altas temperaturas do ar, em virtude da elevada radiação solar incidente. A temperatura média do ar situa-se acima dos 20°C, sendo que a temperatura máxima se encontra acima dos 30°C em grande parte do ano, atingindo, muitas vezes, valores entre 35°C e 38°C (Titto,1998).

Os animais vivem em equilíbrio dinâmico com o meio e a ele reagem de forma individual. Sua produção está condicionada às influências do ambiente, o qual não se mantém constante ao longo do tempo. A vulnerabilidade dos animais às condições meteorológicas, uma vez deslocados para um ambiente diferente do original ou frente a mudanças dentro do mesmo ambiente, faz com que recorram a mecanismos de adaptação fisiológica a fim de manter a homeostase (Baccari, 2001).

De acordo com Hanh (1993), o estresse caracteriza a soma dos mecanismos de defesa do organismo em resposta a um estímulo provocado por um agente estressor, externo ou interno, para manter o equilíbrio fisiológico.

O ambiente é composto de estressores que interagem e incluem todas as combinações nas quais o organismo vive. O estresse climático é função da

temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, vento, temperatura corporal, intensidade e duração do agente estressor; podendo resultar em decréscimo na produção de leite e distúrbios reprodutivos (Moberg, 1987).

A resposta dos animais a um evento estressante compreende três componentes principais: o reconhecimento da ameaça a homeostase ou ao bem-estar, a resposta e as conseqüências do estresse. Uma série de fatores, como experiência anterior, genética, idade, sexo ou condições fisiológicas modela a natureza da resposta biológica de um animal a um estressor (Moberg, 1987).

A intensidade e duração do agente estressor atuando sobre o animal irão desencadear alterações fisiológicas, imunológicas e comportamentais à agressão do organismo em sua totalidade. O êxito das respostas de adaptação permite que a função normal continue. Entretanto, quando certos limites são ultrapassados, a função é prejudicada, afetando a sanidade e o desempenho produtivo e reprodutivo (Hahn, 1993).

## **2.2. Comportamento e Bem-estar Animal**

Este termo, bastante utilizado ultimamente, tem sido motivo de preocupação nas questões ambientais, tornando-se um desafio dentro dos processos de produção animal. Segundo Broom (1991), o bem-estar refere-se ao estado de um indivíduo em relação ao seu ambiente. Se o organismo falha ou tem dificuldade de se adaptar ao ambiente, isto é uma indicação de bem-estar insipiente.

A resposta de um ser vivo ao ambiente no qual está inserido é geralmente adaptativa, ou seja, as possibilidades de sobrevivência da espécie são aumentadas se o animal consegue regular sua resposta de modo apropriado às mudanças das condições ambientais (Bowler, 1993).

Os homeotérmicos reagem às alterações do ambiente térmico, não só funcionalmente e estruturalmente, mas também por meio de respostas comportamentais Stoot (1981). As modificações comportamentais que ocorrem

sob situações de estresse térmico visam a reduzir a produção ou promover a dissipação de calor (Pires et al., 1998).

Embora existam poucas referências sobre a extensão das mudanças comportamentais em condições de estresse térmico, fica claro que as alterações dos padrões usuais de ingestão de água e alimentos, postura e movimentação são importantes mecanismos adaptativos para reduzir o efeito do calor (Pires et al., 2000).

O objetivo primário de todos os animais é de se alimentarem, assim, os conceitos básicos de alimentação, associados ao conhecimento do comportamento animal, devem ser utilizados para melhorar seu bem-estar e produtividade (Grant & Albrigh, 1995).

O comportamento alimentar é afetado pelo clima e, em geral, o consumo de alimento diminui quando a temperatura ambiente ultrapassa 26 °C. Vale ressaltar, que, em condições de pastejo, esse efeito é ainda mais pronunciado. Vacas estabuladas apresentam de 10 a 12 períodos de alimentação, em média, 68% deles correndo entre 6 e 18 horas. Próximo ao meio-dia, a maioria das atividades de alimentação é interrompida, e após 21 horas, menos de 10% dos animais são observados se alimentando (Vasilatos & Wangness, 1980).

As vacas estabuladas passam em torno de 5 horas comendo, mas caso a proporção de concentrado na dieta seja aumentado, esse tempo pode ser reduzido. Embora o confinamento seja um ambiente diferente do natural, o ritmo diurno do padrão alimentar é semelhante àquele do pastejo, mas o tempo total de alimentação é sensivelmente inferior (Fraser & Broom, 1990).

De maneira geral, os animais tendem a reduzir a ingestão de volumoso, quando este é oferecido separadamente, sendo ainda observado um maior consumo nos períodos noturnos. Quando submetidos a pastejo, procuram evitar as horas mais quentes do dia. Também ocorre um aumento no número de visitas ao bebedouro, procura por sombra e, quando há disponibilidade de lagoas, os animais tendem a permanecer em pé na água, de modo a facilitar a perda de calor por condução (Pires et al., 2000).

Durante a ruminação, deitadas ou em pé, as vacas ficam quietas e relaxadas com sua cabeça baixa e as pálpebras semicerradas (Pires et al., 1998).

Os animais podem ajustar-se ao ambiente térmico por meio de modificações posturais. Nas épocas quentes, tendem a deitar-se com os membros estirados para aumentar a superfície de contato com o piso frio. Também orientam seus corpos em relação ao sol para aumentar ou diminuir a área de exposição da superfície corporal. Assumem ainda, uma postura de relaxamento e minimizam as atividades físicas (Pires et al., 1998).

Dentre os padrões fixos de comportamento, o de deitar é considerado de grande importância para as vacas leiteiras. A privação do descanso pode induzir à frustração que se manifesta por comportamentos estereotipados (Krohn & Munksgaard, 1993).

Outras conseqüências incluem lesões traumáticas e outros danos físicos, resultando em problemas sanitários e baixo desempenho produtivo. O tempo de permanência na posição deitada, em um período de 24 horas, é, geralmente, em torno de 8 a 14 horas (Krohn & Munksgaard, 1993).

O sistema de produção free-stall tem sido planejado para maximizar a densidade de animais e a eficiência de manejo, mas nem sempre proporciona condições de conforto para as vacas em lactação (Overton et al., 2002).

Uma instalação dimensionada de modo inadequado, e ainda associada às condições de temperatura elevada nas regiões tropicais, faz com que os animais apresentem modificações nas respostas comportamentais e, muitas vezes, decréscimos no desempenho produtivo (Baccari, 2001).

Em verdade, mediante diversas formas de comportamento, as vacas buscam seu bem-estar. Desta forma, cabe ao homem auxiliar os animais, provendo-lhes um ambiente de bem-estar, que seja ao mesmo tempo confortável e produtivo (Baccari, 2001).

### **2.3. Homeotermia**

Os animais homeotérmicos (endotérmicos ou de "sangue quente")

mantêm sua temperatura corporal dentro de certos limites, independentemente da temperatura do ambiente. A manutenção da temperatura interna constante, homeotermia, é assegurada pelo equilíbrio entre o calor produzido pelo metabolismo (termogênese) e o fluxo de calor perdido para o ambiente (termólise).

### **2.3.1. Manutenção da Temperatura Corporal e Mecanismos de Dissipação de Calor**

Os animais mantêm a homeotermia por meio de trocas de calor com o meio ambiente, utilizando mecanismos fisiológicos, metabólicos e comportamentais. Entre esses mecanismos, destaca-se a vasodilatação periférica, que é responsável pelo redirecionamento do fluxo sanguíneo dos órgãos internos para a superfície corporal, facilitando a dissipação de calor por meios não evaporativos, como a condução, convecção e radiação (Johnson, 1987).

A perda de calor por condução ocorre pelo contato entre as superfícies. São nas lagoas, pisos cimentados, locais com barro que geralmente ocorrem essas transferências. Na perda de calor por convecção, ocorre a circulação de moléculas, com a reposição da camada mais quente de ar por uma mais fria. Tal perda pode ser facilitada pelo uso de ventiladores ou orientação adequada do eixo central da instalação, favorecendo a ventilação natural. Já a perda por radiação ocorre, quando o animal emite radiação para o meio ambiente (Cunninghan, 1999).

Entretanto, esta via é mais importante para a aquisição de calor que propriamente para a perda. A disponibilidade de áreas sombreadas tem demonstrado resultados expressivos no aumento da produção de leite (Cunninghan, 1999).

Para que esses mecanismos atuem de maneira eficiente, é necessário que ocorra um gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente a sua volta. Na zona de conforto térmico, para a maioria dos ruminantes, aproximadamente 75% das perdas de calor ocorrem pela forma não

evaporativa (trocas secas), ou seja, por condução, convecção e/ou radiação (Shearer & Beede, 1990).

Quando a temperatura ambiente ultrapassa a temperatura crítica superior, o gradiente torna-se pequeno para que o resfriamento não evaporativo seja efetivo. Nesse caso, os animais utilizam os mecanismos evaporativos (respiração e sudação) para manter o balanço térmico, tornando-se principal a via de dissipação de calor; uma vez que 80% são perdidos dessa forma (Shearer & Beede, 1990).

É importante salientar que, quando a temperatura ambiente ultrapassa os valores máximos de conforto para o animal, a umidade relativa assume fundamental importância na eliminação de calor. Isso ocorre porque, em condições de umidade elevada, o ar saturado irá inibir a evaporação da água pela pele e sistema respiratório, proporcionando um ambiente ainda mais estressante para o animal (Sota, 1996).

## **2.4. Conforto Térmico na Bovinocultura Leiteira**

O conforto térmico traduz uma situação em que o balanço térmico é nulo, isto é, o calor que o organismo do animal produz, mais o que ele ganha do ambiente, é igual ao calor perdido por intermédio da radiação, da convecção, da condução, da evaporação e do calor contido nas substâncias corporais eliminadas (Silva, 1998). Se isso não ocorre, o animal se defende por outros mecanismos de termorregulação, com o objetivo de ganhar ou perder calor para o ambiente em que está.

### **2.4.1. Zona de Conforto Térmico ou de Termoneutralidade**

Os bovinos são animais homeotérmicos, isto é, são capazes de manter a temperatura corporal independente das variações da temperatura ambiente. As vacas em lactação, dependendo da raça, nível de produção, estágio fisiológico e plano nutricional, apresentam uma faixa de temperatura ambiente na qual se encontram em conforto térmico, isto é, não sofrem estresse por frio ou calor, denominada zona de termoneutralidade (Baccari, 1998a).

Na zona de termoneutralidade, o sistema termorregulador não é acionado, seja para fazer termólise ou termogênese. Assim, o gasto de energia para manutenção é mínimo, resultando em máxima eficiência produtiva. Os limites da zona de termoneutralidade são a temperatura crítica inferior (TCI) e a temperatura crítica superior (TCS). Abaixo da TCI, a vaca entra em estresse pelo frio, e acima da TCS, em estresse pelo calor (Baccari, 1998a).

Existe alguma divergência na literatura, quanto à faixa ideal de temperatura para bovinos leiteiros da raça holandesa. Por exemplo, Baêta & Souza (1997), relatam que a faixa ideal de temperatura estaria entre -1 e 16°C, enquanto Huber (1990) encontrou como intervalo de conforto térmico aquele compreendido entre 4 e 26°C.

Essa diferença entre a zona de termoneutralidade apresentada por pesquisadores diferentes deve-se à capacidade de adaptação dos animais a situações climáticas específicas (Nããs, 1999); a condições fisiológicas, reprodutivas e nutricionais dos animais (Titto, 1998), além da produtividade.

Entretanto, todos concordam que existe uma faixa ideal de conforto térmico e que, acima ou abaixo desse intervalo, as vacas da raça holandesa passariam à condição de tolerância ao calor e ao frio. Um pouco mais além, limitado pelo "limite de tolerância ao frio" e pelo "limite de tolerância ao calor" (figura 1), o animal entra numa zona de estresse pelo calor ou pelo frio, onde, mantida as condições de temperatura por um período mais prolongado, o animal corre o risco de vir a morrer (Titto, 1998).

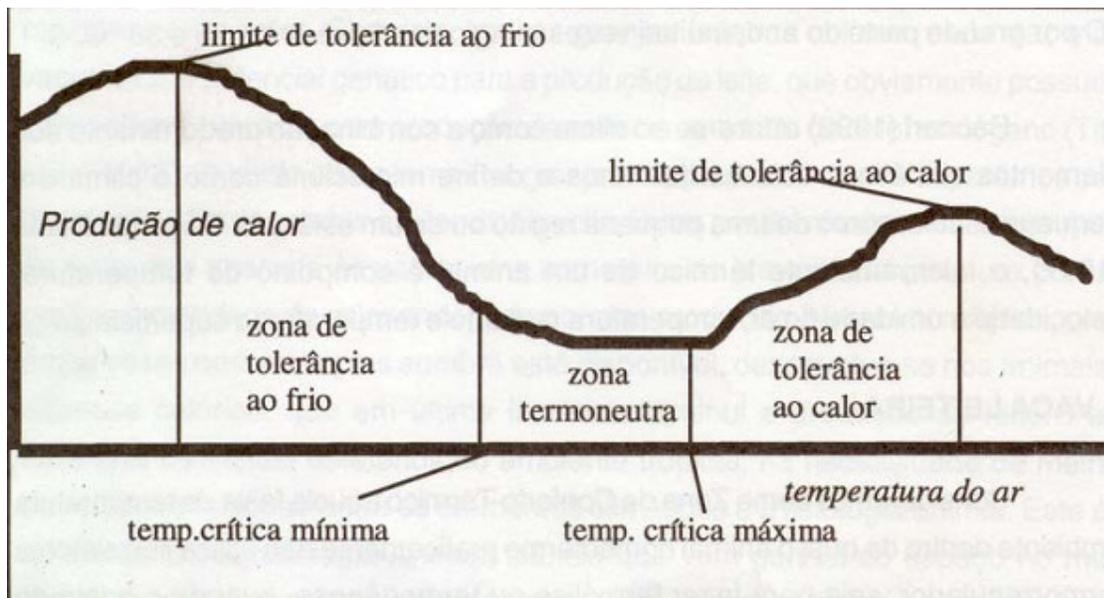


Figura 1 - Zona de tolerância e conforto térmico

## 2.5. Índices de Conforto Térmico na Bovinocultura Leiteira

São índices que conseguem quantificar, em uma única variável, os efeitos de estresse térmico sofrido pelos animais a partir das condições meteorológicas prevalentes em um dado momento (Moura & Nääs, 1993).

Comparações de desempenho entre diferentes modelos de instalação, em razão do grande número de variáveis envolvidas, são facilitadas pelos índices de conforto térmico animal.

Conforme a maneira como o índice foi desenvolvido, Nääs (1998) propôs a seguinte classificação: biofísicos, baseados nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente; fisiológicos, que se baseiam nas relações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura ambiente, temperatura radiante média, umidade relativa do ar (URA) e velocidade do ar; e subjetivos, que traduzem sensações subjetivas de conforto em face de variações dos elementos de conforto térmico.

### 2.5.1. Índices de Temperatura Ambiente e Umidade (THI)

O Índice de Temperatura Ambiente e Umidade (THI), também chamado

por alguns autores de Índice de Temperatura e Umidade (ITU), indica se o animal está no estado de estresse ameno com valores variando de 72 a 79; estresse moderado de 80 a 89 e estresse severo de 90 a 98, (Pires et al., 1998) sendo este um dos mais utilizados. Relaciona-se a temperatura e a URA, sendo que os valores considerados limites para situações de conforto ou estresse, não são coincidentes entre os diversos pesquisadores.

Por exemplo, Johnson (1980) observou declínio na produção de leite a partir de THI igual a 72, por considerar que já é uma situação de estresse para vacas holandesas. Igono et al. (1992), entretanto, consideram que THI acima de 76, em qualquer ambiente, é estressante para vacas com alta produção de leite. Rosenberg et al. (1983), verificaram que THI entre 75 e 78 significa um alerta para o produtor, pois pode haver morte de animal; entre 79 e 84, é sinal de perigo, principalmente para rebanhos confinados; e, ao chegar ou ultrapassar o índice de 85, é sinal de morte iminente se não forem tomadas providências urgentes.

Este índice é obtido pela seguinte equação:  $THI = ta + 0,36 \cdot tpo + 41,5$

Em que: ta: temperatura ambiente em °C (bulbo seco); tpo: temperatura do ponto de orvalho em °C.

### **2.5.2. Índices de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU)**

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), considera em sua formulação, a radiação solar, que é uma das mais importantes causas de estresse térmico para os animais. Determinado por Minard et al. (1957), citado por Clark (1981), o ITGU é baseado nas medidas de temperatura, de globo negro, da temperatura do ponto de orvalho e da temperatura ambiente. É dado pela fórmula a seguir:  $ITGU = 0,7 \cdot tbu + 0,2 \cdot tg + 0,1 \cdot ta$

Para locais sombreados e bem ventilados, tem-se a seguinte equação:  $ITGU = 0,7 \cdot tbu + 0,3 \cdot tg$

Em que: tbu: temperatura de bulbo úmido (°C); tg: temperatura de globo negro (°C); ta: temperatura ambiente (°C).

### **2.5.3. Índices de Temperatura Equivalente (ETI)**

Desenvolvido por Baêta et al. (1987), combina temperatura, umidade e velocidade do ar e se aplica para animais alojados. Baseado nesse índice foi desenvolvido um programa de computador denominado "Pró Leite", o qual, de maneira prática e eficiente, avalia instalações para gado leiteiro em regime totalmente estabulado, visando o conforto térmico, sob condições meteorológicas tropicais. É descrito pela ação matemática a seguir:

$$ETI = 27,88 - 0,456 ta + 0,010754 (ta)^2 - 0,4905 h + 0,00088 (h)^2 + 1,1507 v - 0,126447 (v)^2 + 0,019876 t.h - 0,04613 t.v$$

Em que: ta: temperatura do ar (bulbo seco), em °C; h: umidade relativa, em %; v: velocidade do vento, em m/s.

No entanto verificou-se que esse índice apresentava distorções ao ser utilizado pelo programa Pró-Leite para animais em regime semi-estabulado. Mais tarde foi ajustado por Laloni (1996) resultando na equação a seguir:

$$ETI = 29,83628 - 0,11519 ta + 0,000059 h - 0,30525 v$$

Em que: ta: temperatura do ar (bulbo seco), em °C; h: umidade relativa do ar, em %; v: velocidade do vento, em m/s.

### **2.5.4. Índices de Globo Negro e Umidade (BGHI)**

O BGHI foi desenvolvido por Buffington et al. (1977) a partir das fórmulas do THI (ou ITU), substituindo a temperatura ambiente, ou de bulbo seco, pela temperatura de globo negro. É indicativo de conforto térmico para vacas leiteiras expostas a ambientes de radiação solar direta e indireta.

Nesse trabalho, os autores observaram correlação da produção de leite mais alta com o BGHI do que com o THI, sob radiação solar direta. À sombra, sob estresse moderado, os dois índices analisados apresentaram correlação similar com a produção de leite. Sob condições de estresse severo pelo calor, o BGHI foi, portanto o índice que evidenciou mais o fato, sendo considerado um indicador mais preciso do conforto térmico animal. A equação a seguir descreve o BGHI.

$$BGHI = tg + 0,36 tpo + 41,5$$

Em que: tg: temperatura de globo negro(°C); tpo: temperatura de ponto de orvalho (°C).

### **2.5.5. Temperatura de Globo Negro (tg)**

Segundo Sevegnani (1997), a temperatura de globo negro também é muito utilizada, isoladamente, como parâmetro para a avaliação das condições internas das instalações. Fornece numa só medida, em graus Celsius (°C), uma indicação dos efeitos combinados de temperatura do ar, temperatura radiante e velocidade do vento (Bond & Kelly, 1955).

O termômetro de globo negro é uma maneira de se indicar os efeitos combinados de radiação, convecção, e sua influência no organismo vivo, sendo, portanto, utilizado como um índice.

### **2.5.6. Temperatura Efetiva (TE)**

Segundo Nããs (1989), o índice de temperatura efetiva é definido como a temperatura de um ambiente sem movimentação significativa do ar, saturado de vapor de água, que reproduz a mesma sensação de conforto de calor para seres humanos. Este índice enfatiza e combina o efeito de perda ou ganho de calor por convecção e evaporação.

A fórmula utilizada neste trabalho substitui a temperatura de bulbo seco pela temperatura de globo negro, para efeito de cálculo. A temperatura de radiação, sendo superior ou inferior à temperatura de bulbo seco do ar, proporciona alterações na sensação de conforto.

$$TE = [22,3 tg + 4,0829 (tg - tbu)] / [22,3 + 0,62817 (tg - tbu)]$$

Em que: tg: temperatura de globo negro (°C); tbu: temperatura de bulbo úmido (°C).

## **2.6. Efeitos do Estresse Térmico em Bovinos de Leite**

O efeito das condições climáticas sobre o desempenho de vacas leiteiras é marcante, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Por esta razão, o

conhecimento das relações funcionais existentes entre o animal e o meio ambiente permite adotar procedimentos que elevam a eficiência da exploração leiteira (Damasceno & Targa, 1997).

As respostas aos estressores climáticos dependem principalmente do genótipo do animal e da intensidade do agente estressor. Seu efeito sobre os sistemas fisiológicos dos bovinos produtores de leite pode ser de tal magnitude que afeta a capacidade do animal crescer, reproduzir e produzir eficientemente (Yousef, 1985).

O estresse térmico em vacas de alta produção resulta na redução da ingestão de volumoso e tempo de ruminção, essa ingestão começa a diminuir quando a temperatura ambiental se encontra por volta dos 25 e 26 °C (Yousef, 1985).

Segundo Yousef & Johnson, (1985), a principal razão para o decréscimo na produção de leite em climas quentes é a redução no consumo de alimentos, sendo uma tentativa do animal de manter a homeotermia.

De acordo com Shearer & Beede (1990), pouca quantidade de nutrientes e energia estarão disponíveis para a produção de leite, pois o organismo quando em estresse calórico na finalidade de facilitar as trocas de calor e manter sua temperatura corporal dentro dos padrões, redireciona o fluxo sanguíneo dos órgãos internos para os tecidos periféricos, através da vasodilatação, levando a um menor fluxo de sangue à veia porta e à glândula mamária.

O estresse térmico também causa uma acentuada diminuição na circulação uterina, a qual está associada à diminuição na taxa de concepção, redução do crescimento fetal e alteração da função placentária. Essas alterações oriundas do estresse térmico podem ser o principal efeito durante o período pós-parto sobre a produção de leite e o desempenho reprodutivo (Shearer & Beede, 1990).

Além da temperatura do ar, a radiação solar direta e a umidade relativa do ar exercem influência negativa sobre a produção. A combinação de altas temperaturas com elevada umidade deprimem o desempenho de vacas leiteiras (Nääs, 1998).

### **2.6.1. Parâmetros Fisiológicos**

Muitos índices de estresse térmico vêm sendo utilizados em animais, levando-se em conta a taxa respiratória, o volume de ar respirado, a pulsação, a temperatura de superfície corporal, a temperatura corporal interna, o nível de atividade, o tipo de cobertura e outras características fisiológicas. A temperatura do corpo, a taxa respiratória e o volume de ar respirado são as respostas ao estresse térmico mais utilizadas, isoladamente ou em combinação, para o desenvolvimento dos índices de conforto térmico (Fehr et al, 1983).

Segundo Mcdowell (1972), o impacto do calor sobre as variáveis fisiológicas resulta em aumento percentual de 3,3 na temperatura retal e 194 na frequência respiratória, com alterações, respectivamente de 38,6 °C para 39,9 °C e de 32 para 94 movimentos/min.

### **2.7. Alternativas Para Amenizar os Efeitos do Estresse Calórico em Vacas Leiteiras**

Para determinar se o animal está em ambiente ótimo ou estressante, é de fundamental importância fisiológica e econômica que se faça uma avaliação do desempenho produtivo e comportamental do animal no ambiente das instalações (Pires et al. 1998).

Geralmente em climas quentes, as temperaturas no interior das instalações são muitas vezes elevadas e, frequentemente, resultam em um extremo desconforto para as vacas, ocasionando doenças e baixa produtividade. Há, porém a necessidade do emprego de vários sistemas para modificar a temperatura ao meio ambiente interno dos galpões (Silva, 1998).

O planejamento das instalações envolve uma série de procedimentos, um deles seria o condicionamento térmico que está interligado basicamente ao isolamento térmico e a ventilação (Watson, 1971).

A radiação solar incidente e o calor gerado pelos animais, constituem as principais fontes de calor nas edificações. O primeiro pode ser controlado pelo isolamento térmico e o segundo pela ventilação (Watson, 1971).

De acordo com Baêta (1997), o tamanho dos galpões não influi significativamente na qualidade térmica ambiental, podendo o seu dimensionamento estar ligado às condições de manejo e características dos equipamentos.

A cobertura das instalações também oferece grande importância na qualidade do ambiente, pois segundo Sevegnani (1997), que trabalhou com coberturas de cimento amianto pintado com tinta reflexiva branca, obteve ótimos resultados no comportamento ambiental da instalação.

Para Martins et al. (2001) a sombra natural é um elemento importante no conforto térmico de animais para pastarem.

Durante o verão, a temperatura e umidade relativa elevadas, podem fazer com que a necessidade de ventilação no interior das instalações, seja maior do que as usualmente recomendadas. Na busca de se alcançar o máximo de produção, o resfriamento do ambiente torna-se necessário, com adição de sombra e ventilação. A evaporação de água da superfície das instalações é uma prática econômica, e muito utilizada nos mais diferentes tipos de instalações de gado de leite (Bucklin et al. 1991).

Os ventiladores são usados para criar a circulação de ar frente dos animais, podendo ser do tipo axial ou centrífugos. Os centrífugos são capazes de proporcionar maiores vazões, porém os axiais são mais silenciosos e usuais (Arcaro, 2000).

Os sistemas de resfriamento adiabático evaporativo servem para mudar o ponto do estado do ar com uma superfície umedecida ou líquida, ou com água aspergida ou pulverizada (Wiersma & Stott, 1983).

Em climas quentes e úmidos, a aspersão e o uso de ventiladores, ou então de nebulizadores associados a sistemas de ventilação, podem ser utilizados com bastante eficiência no resfriamento das instalações. Os sistemas de aspersão e de ventilação obtiveram alguns avanços, e possuem baixo custo de manutenção. A desvantagem do sistema aspersor/ventilador está no excesso de água que escorre sobre as vacas, ou que cai diretamente para o chão, aumentando o desperdício (Bray et al. 1994).

O sistema de nebulização, associado ao de ventilação, através de alta pressão, produz uma névoa que se evapora com o fluxo de ar originado pelo ventilador, não molhando o chão. Este sistema é mais dispendioso inicialmente, e requer mais atenção do que o sistema ventilador/aspersor. O sistema é provido de pequenos bocais que entopem facilmente, havendo a necessidade de cuidados especiais, para que ocorra uma satisfatória operação do sistema (Bray et al. 1994).

Os ventiladores são componentes críticos de cada sistema, seja o ventilador/aspersor, ou o ventilador/nebulizador. Podem ser utilizados em ventilação dirigida, ou para a circulação do ar em área total. Ao se projetar uma instalação de leite, deve-se dar atenção aos locais onde as estruturas de suporte dos ventiladores serão colocadas. Podem ser montados em vigas e caibros, suportes fixados em colunas ou mesmo no topo de pequenas colunas instaladas com este propósito. Além disso, devem ser locados de maneira que minimizem o potencial de deriva da água, que pode cair sobre o material utilizado como "cama", (Bray et al. 1994).

Bucklin, citado por Nääs (2000) afirma que a utilização de aspersão e ventilação, associados a sombra, vêm sendo largamente utilizada e tem mostrado um aumento de 10 a 25% em comparação com as vacas que recebem somente sombras.

Laloni (1996) considera a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a velocidade do ar, assim como valores de precipitações pluviométricos, temperatura no solo do pasto e a radiação solar, agentes estressores, os quais podem alterar a produção de leite.

Lagoas rasas de água, também podem ser utilizadas para diminuir o estresse térmico provocado por altas temperaturas. Na Flórida, certa porcentagem de produtores utilizam este sistema para aliviar o estresse pelo calor, sendo um método prático e econômico de refrigeração dada às vacas leiteiras. Usualmente os animais ficam de 12 a 18 minutos nas lagoas, além disso, realiza-se a aspersão de água, para que possam ainda, perder um pouco de calor por evaporação, logo após saírem do ambiente (Bray et al., 1994).

Segundo Silva (1999) o isolamento térmico e a ventilação são os principais mecanismos de climatização de instalações para bovinos de leite. Eles servem para diminuir a radiação solar incidente e calores gerados pelos animais, principais fontes de calor nas edificações.

Nããs (2000) afirma que a melhor maneira de resfriar um ambiente destinado ao uso de animais em lactação é fazer uso da água, uma vez que esta possui alta capacidade calórica e elevado calor latente de vaporização. Quando a temperatura ambiente for superior à ótima, é necessário aumentar a taxa de ventilação, a fim de eliminar o calor produzido pelos animais e para evitar uma temperatura excessiva dentro da instalação.

A primeira medida a ser tomada, para oferecer instalações confortáveis em climas quentes e úmidos, é providenciar ventilação e sombra adequadas. Sistemas de refrigeração são necessários para se alcançar produções máximas. Sistemas centrais podem ser utilizados para aliviar o estresse pelo calor. Câmaras frias temporárias são eficazes, mas são caras, e requerem manutenção constante. Telhados refletivos não mostram resultados em instalações que possuem ventilação natural bem dimensionada.

Os sistemas de aspersão e de ventilação são muito efetivos e de baixo custo, mas provocam gastos adicionais de água e energia (Bray, et al. 1994).

Os sistemas de ventilação/nebulização, embora efetivos, são muito dispendiosos, e requerem manutenção mais constante, quando comparados aos sistemas de refrigeração por aspersão/ventilação. A maior vantagem do sistema de resfriamento nebulizador/ventilador, é que, quando bem ajustado, toda a água é evaporada, e não há desta forma desperdícios (Bray et al. 1994).

A altura do pé direito também influencia o desempenho térmico dentro das instalações. A Tabela 1 mostra o efeito da altura da instalação nas temperaturas internas da edificação.

Tabela 1 - Efeito da altura da instalação nas temperaturas da edificação

<b>TEMPERATURAS</b>			
<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>MÍNIMA</b>	<b>MÁXIMA</b>
	<b>°C</b>	<b>°C</b>	<b>°C</b>
À sombra	31,9	31,9	31,9
Sombra de toldo de lona	33,7	32,9	34,2
Pé direito baixo sem ventilador	35,7	35,7	35,7
Pé direito baixo com ventilador	32,9	32,3	33,3
Pé direito alto sem ventilador	33,1	32,4	33,8
Pé direito alto com ventilador	31,8	31,4	32,2
Instalações usuais	33,1	31,4	35,7
Usuais sem ventilação	33,8	32,4	35,7
Usuais com ventilação	32,5	31,4	33,3
Pé direito baixo	33,6	32,4	35,7
Pé direito alto	32,6	31,4	33,8

Fonte: Bray et al. (1994).

A produção de leite atinge seus valores ótimos em temperaturas próximas a 10°C, decréscimos de produção são obtidos em temperaturas acima dos 21,1°C e, abaixo dos 4,4°C, principalmente em vacas da raça Holandesa. Quando em temperaturas ambientes inferiores a 4,4°C, os animais utilizam seus mecanismos de termorregulação, porém, sem muita influência no nível produtivo, até que a temperatura fique abaixo de 10°C negativos. Temperaturas baixas não são limitantes para as raças leiteiras existentes no Brasil. Hoje é evidenciado que a produção de leite diminui em temperaturas acima de 23,9°C. Mesmo assim, são observados efeitos diferentes segundo a espécie, raça, potencial produtivo, grau de tolerância ao calor, estágio de lactação, nível alimentar e o manejo a que estão submetidos estes animais (Müller, 1982).

A partir de 15,6°C, a produção do gado de origem européia é afetada profundamente, e a partir de 21,1°C o consumo alimentar é reduzido, tendo como reflexo imediato, uma menor produção de leite, frequência cardíaca baixa, e produção de calor reduzida (Müller, 1982).

Outro fator importante, e que interage juntamente com a temperatura, é a umidade relativa do ar. A umidade relativa em ambientes é limitante, quando a temperatura supera a marca dos 18,3°C, é mais pronunciadamente quando ultrapassa o valor de 26,7°C. A partir daí, o balanço calórico é prejudicado, assim como o consumo alimentar e a produção de leite (Müller, 1982).

De uma maneira geral, níveis de umidade relativa acima de 50%, reduzem os fatores produtivos em qualquer faixa de temperatura. Temperaturas ótimas para se alcançar índices produtivos elevados, são variáveis, e dependentes das espécies utilizadas. A raça holandesa tem decréscimo na produção em temperaturas superiores a 24°C. No Brasil, principalmente nos meses do verão, as temperaturas superam facilmente 29°C, e a umidades relativa do ar se mantém alta (Müller, 1982).

## **2.8. Instalações e Conforto Térmico Animal**

Em climas tropicais e sub-tropicais, os valores de temperatura e umidade relativa do ar têm-se mostrado restritos ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais. Seus organismos priorizam, a manutenção da temperatura ideal (Baccari, 1998c), visto que ocorre diminuição de ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, de energia metabolizável.

Um dos objetivos de se confinarem vacas em lactação, é de diminuir ou restringir ao máximo o efeito do ambiente sobre elas, em nossas condições tropicais não muito favoráveis, principalmente em razão da alta radiação solar. Os quatro fatores ambientais que mais atuam diretamente na temperatura efetiva são a temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento (Nããs, 1998).

Outro fator limitante à produção leiteira, nos trópicos, é a alta

temperatura associada à umidade elevada (Baccari, 1998b; Nããs, 1998; Titto, 1998), pois se geram condições ambientais desfavoráveis ao bem estar da vaca holandesa produtora de leite, conforme tabela 2; sendo que, além das variáveis climáticas, a fisiologia dos animais altera os limites de faixas térmicas, mas na maioria dos casos, para vacas de alta produção de 24° C e 70% de UR inibe a produção (Titto, 1998).

O uso de ventiladores com nebulizadores deve ser feito de maneira criteriosa pelos produtores, pois, usado erradamente, eles podem levar a um efeito adverso para as vacas. Ao contrario de conseguirem diminuição da temperatura ambiente pela ventilação forçada e resfriamento pela evaporação da água, podem fazer com que a umidade se leve muito, o que acarreta estresse térmico maior nas vacas, queda na ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, na produção de leite (Titto, 1998).

TABELA 2 - Efeitos da temperatura do ar e da umidade na produção de leite \*.

<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>UMIDADE RELATIVA (%)</b>	<b>RAÇA (%)*</b>		
		<b>HOLANDESA</b>	<b>JERSEY</b>	<b>PARDO- SUIÇA</b>
24	38	100	100	100
24	76	96	99	99
34	46	63	68	84
34	80	41	56	71

\* Diferenças na produção de leite baseadas na porcentagem da produção normal de leite a 24° C e 38% de UR (Johnson; Vanjonack, 1976 citado por Titto, 1998).

Em sistemas produtivos para gado leiteiro, em regime semi ou totalmente estabulado, as instalações têm a função de abrigar os animais e criar um microclima com fatores climáticos amenizados. Assim, umidade relativa alta, associada a temperaturas elevadas, dificulta a dissipação de calor, quer seja

por transpiração ou por respiração do animal. Em geral, nos casos em que a UR ultrapassa os 50%, pode desencadear um início de desconforto animal em temperaturas mais elevadas. Já a temperatura acima de 18,3 °C, independente da umidade ambiente, causa desconforto à vaca holandesa, que se acentua para temperatura superior a 24 °C (Laloni, 1996).

Segundo Morgan (1990), a radiação solar representa cerca de 75% da carga térmica transferida para o interior de um galpão. A cobertura é um sistema construtivo pelo qual se dá a principal entrada dessa carga térmica, daí o interesse em se estudar a interferência de materiais de cobertura, orientação da construção, projeção do telhado (beiral), insolação e vegetação circundante.

## **2.9. Climatização das Instalações Para Bovinos de Leite**

As instalações têm como objetivo oferecer conforto ao animal, permitindo que ele expresse seu potencial para produção. Devem ser construídas e planejadas com a finalidade principal de reduzir a ação dos elementos climáticos (insolação, temperatura, ventos, chuvas e umidade relativa do ar) que pode ter efeitos indesejáveis aos animais. As variáveis ambientais são controladas com diferentes materiais de construção, dimensionamento dos espaços físicos disponíveis, densidade e sistema de ventilação e resfriamento (Nääs & Souza, 2003).

A primeira condição de conforto térmico dentro de uma instalação é que o balanço térmico seja nulo. Assim, o calor produzido pelo organismo animal mais o calor ganho pelo ambiente será igual ao calor perdido por radiação, convecção, condução e evaporação. Caso contrário, o animal tem que se defender, utilizando mecanismos fisiológicos para manter a termorregulação. A produção de calor, bem como sua dissipação para o meio é um processo interativo, que depende diretamente da fisiologia animal e das condições psicrométricas do ar (Esmay, 1982).

O controle eficiente do ambiente pode empregar sistemas naturais e artificiais. Inúmeros métodos têm sido desenvolvidos para modificar o

ambiente no qual o animal está inserido, visando a amenizar o efeito do estresse térmico. A movimentação do ar, o umedecimento da superfície do animal, o resfriamento evaporativo do ar e o uso de sombras para minimizar o efeito da radiação solar, são artifícios empregados para potencializar a dissipação de calor (West, 2003).

O sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) tem se expandido rapidamente em climas quentes, devido à sua simplicidade técnica, praticidade e relação custo: benefício favorável, resultando na sua aceitação por muitos produtores (Lin et al., 1998).

O resfriamento evaporativo é essencialmente um processo de saturação adiabática, em que não há perda nem ganho de calor. Nesse processo, ocorre a mudança do ponto de estado psicrométrico do ar, verificando-se elevação da umidade relativa e decréscimo na temperatura, mediante o contato do ar com uma superfície umedecida ou líquida. A pressão de vapor do ar insaturado a ser resfriado é menor que a da água de contato, fazendo com que ocorra a vaporização da água. A energia necessária para esta mudança de estado vem do calor sensível contido no ar e na água, resultando em decréscimo da temperatura de ambos, e, conseqüentemente, do ambiente. Ao passar do estado líquido para o gasoso, a água retira do ambiente aproximadamente 584 kcal para cada kg de água evaporada (Wiersma & Stott, 1983).

Para Whitaker (1979), a eficiência de aplicação do SRAE depende da diferença entre as temperaturas de bulbo seco e úmido (depressão psicrométrica), a qual é característica para cada região. O uso do SRAE permitiu uma queda de 4 a 7°C na temperatura em determinada região dos Estados Unidos, o que correspondeu a uma depressão psicrométrica, ao meio dia, de 7 a 9°C. Acredita-se que a eficiência do sistema seja maior em climas quentes e secos, devendo ser tomados os devidos cuidados com diferentes manejos, principalmente em regiões úmidas.

De maneira geral, o SRAE é empregado na climatização de instalação para animais, apresentando resultados satisfatórios na redução da temperatura interna da instalação, e assim, melhorando as condições de conforto. Pode ser

obtido por vários processos, entre eles destacam-se: a nebulização, microaspersão e aspersão sobre os animais ou telhados (Silva, 1999).

A diferença entre a nebulização e a aspersão consiste no diâmetro da gota e na pressão na qual esses sistemas operam. A nebulização permite a formação de gotículas extremamente pequenas, que aumentam a superfície de contato da gota d'água exposta ao ar, assegurando uma evaporação mais rápida (Turner, 1998).

Um nebulizador bem calibrado com água limpa é capaz de dividir uma gota d'água em aproximadamente 611 gotículas com diâmetro de 0,5 mm e área total 850 vezes maior (Turner, 1998).

Quando os animais são borrifados com gotículas de água (formando uma névoa), torna-se desejável que essa névoa permaneça no microambiente que circunda o animal, para que seja removida pelos ventiladores, resfriando o ambiente. Desta forma, a nebulização associada à movimentação do ar proporcionada por ventiladores, acelera a evaporação (Armstrong, 1994).

Os trabalhos realizados por Frazzi et al. (1998) apontaram redução de 2 a 30 °C na temperatura interna da instalação e aumento da umidade relativa entre 10 e 15%, com o uso de sistema de nebulização de alta pressão.

Nas condições tropicais, Pinheiro et al. (2001) avaliaram os efeitos do sistema de resfriamento evaporativo por nebulização associada à ventilação, sobre a produção de leite de vacas Jersey e verificaram que as vacas mantidas no ambiente climatizado apresentaram produção média diária maior que as vacas no tratamento controle.

Poucos trabalhos descrevendo os efeitos do resfriamento evaporativo têm sido conduzidos em regiões de umidade relativa elevada. Nas condições em que a temperatura e umidade do ar forem elevadas, poderá ocorrer limitação na aplicação desse sistema, uma vez que o ar saturado irá inibir a evaporação da água pela pele e sistema respiratório, proporcionando um ambiente ainda mais estressante para o animal. Quando a umidade relativa é superior a 70%, o potencial de redução no THI é inferior a 10% (Brouk et al., 2001).

Em períodos de temperaturas elevadas e com ocorrência de chuvas, situações características do verão nas condições tropicais, os sistemas de nebulização poderiam aumentar excessivamente a umidade relativa dentro da instalação. Essa umidade deve ser removida por meio de trocas de ar na instalação. A ventilação destes ambientes pode promover melhorias nas condições termo-higrométricas, podendo representar um fator de conforto térmico de verão, ao incrementar as trocas de calor por convecção e evaporação (Silva, 1999).

A dissipação de calor por meios não evaporativos pode ser facilitada com a aplicação de água na superfície corporal do animal. A água evapora e remove o calor, favorecendo as trocas entre a pele e o ambiente. Sendo assim, quando a temperatura ambiente for superior à temperatura crítica, a adoção de um sistema de aspersão mostra-se como uma estratégia, a fim de aumentar a quantidade de calor perdido por meio da pele (Davis, 2001).

A aspersão não tem por finalidade resfriar o ar, pois emprega gotas com tamanho maior, de modo a promover o umedecimento dos pêlos das vacas. O animal se resfria com a evaporação da água, através da pele e pêlos, permitindo a troca de calor mais eficiente, quando comparada apenas com a sudorese. Quando associada à ventilação natural ou forçada, aumenta a eficiência do resfriamento, por acelerar o processo de evaporação (Bucklin & Bray, 1998).

O efeito da aspersão em vacas Holandesas, durante o verão, no estado de Columbia (EUA), foi evidente mesmo em verão moderado, em que o THI foi ligeiramente superior justamente no ponto em que a produção de leite começa a decrescer, resultando em acréscimo diário de 0,7 kg de leite por vaca. (Igono et al. 1992).

A eficiência do SRAE por aspersão ou nebulização associada à ventilação forçada na linha de alimentação, foi avaliada em condições de clima tropical. Verificou-se que a nebulização proporcionou menores valores de temperatura de bulbo seco e maiores valores de umidade relativa devido à maior quantidade de vapor d'água produzida pelo sistema (Perissinotto, 2003).

O efeito das condições climáticas sobre o desempenho das vacas leiteiras é marcante. Por esta razão, o conhecimento das relações funcionais existentes entre o animal e o meio ambiente permite adotar procedimentos que elevam a eficiência da exploração leiteira (Damasceno et al., 1999).

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Produzir leite no Brasil é, um grande desafio ao produtor rural, visto a grande dificuldade de fazer um planejamento ao longo dos anos, em razão da falta de política agropecuária definida do governo e ao próprio cenário econômico-financeiro do país.

Além dessas dificuldades, outra com que o produtor se depara é produzir leite nos trópicos, onde as condições climáticas não são muito favoráveis para vacas de raça européia, que são as maiores produtoras.

Os indicadores de produção e de produtividade dos animais explorados economicamente nas regiões tropicais e subtropicais são muito inferiores àqueles observados nas regiões de clima temperado.

Muitas vezes, a fim de minimizar o efeito danoso de alta temperatura sobre a produção de vacas produtoras de leite, os produtores usam ventiladores, associados ou não a nebulizadores, tendo em vista a melhoria das condições ambientais para os animais, com a mínima alteração na ingestão de matéria seca, para que não haja conseqüente queda na produção de leite.

Porém, o uso destes métodos, nem sempre são viáveis para os produtores, devido ao alto custo de implantação. A construção de sombras artificiais, tem baixo custo e podem funcionar, se construídas de forma correta, obedecendo às orientações da estrutura que se deseja construir.

Sendo assim, a viabilidade de um sistema produtivo econômico agropecuário, dar-se-á pela análise cuidadosa de seus custos e benefícios, considerando a região e época do ano, sempre em busca de produção e produtividade, visando maiores lucros com a atividade em questão.

MOURA, A.K. et al. Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 32, Ed. 137, Art. 926, 2010.

#### 4. LITERATURAS CITADAS

- ARCARO JR. I. **Avaliação da influencia de ventilação e aspersão em coberturas de sombrite para vacas em lactação**. FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas – SP. Tese (Doutorado), 93p., 2000.
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **J. Dairy Sci.** 77: 2044-2050, 1994.
- BACCARI JR. 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, p. 24-67, 1998a.
- BACCARI JR. F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. Produção de leite. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE AMBIENCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., Piracicaba, FEALQ, **Anais**, p. 10-23, 1998b.
- BACCARI JR. F. Manejo ambiental de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, **Anais**. Goiânia, p. 136-161, 1998c.
- BACCARI JR. F. Manejo ambiental para produção de leite nos trópicos. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL. 1. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, p. 45-53, 1989.
- BACCARI JR. F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina, UEL, 146p. 2001.
- BAÊTA, F. C.; MEADOR, N. F.; SHANKLIN, M. D.; JHONSON, H. D. **Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating cows**. St. Joseph, MI-USA: ASAE, 1987. 21p. Paper n. 87-4015.1987.
- BAÊTA, F. C. & SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 246p. 1997.
- BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agricultural research. **Transactions of the ASAE**, v.36, n.7, p.251-255, 1955.
- BOND, T. E.; NEUBAUER, L. W.; GIVENS, R. L. The influence of slope orientation on effectiveness of livestock shades. **Transaction of the ASAE**, 19 (11): 134-6. 1976.
- BOWLER, P. J. **The environmental sciences**. New York: W.W Norton and Company, p. 315, 1993.
- BRAY, D. R., BUCKLIN, R. A., MONTOYA, R., GIESY, R. Cooling methods for dairy housing in the southeastern United States. **Trans. ASAE**, Atlanta, Paper. nº 94-4501, 1994.
- BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal Animal Science**, v.69, n.10. p.4167-4175, Oct. 1991.
- BROUK, M.J.; SMITH, J.F.; HARNER III, J.P. Efficiency of modified evaporative cooling in Midwest dairy *freestall* barn (Compact disc). In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMET SYMPOSIUM, 6., Louisville, 2001. **Proceedings. Louisville: ASAE**, 2001.

MOURA, A.K. et al. Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 32, Ed. 137, Art. 926, 2010.

BUCKLIN, R.A.; BRAY, D.R. The american experience in dairy management warm and hot climates. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, Piracicaba 1998. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, p.156-174, 1998.

BUCKLIN, R.A., TURNER, L.W., BEEDE, D.K., BRAY, D.R., HEMKEN, R.W. **Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates**. Appl. Eng. Agric. V7, p241-246, 1991.

BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity confort index for dairy cows . St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, 19 p. (Paper 77-4517), 1977.

BUFFINGTON, D. E.; CANTON, G. H.; COLLIER, R. J. Inspired-air-cooling for dairy cows . St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, 25 p. (Paper 79-4510), 1979.

CAMPOS, A. T. **Determinação dos índices de conforto e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa-MG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1986. 66 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Produção Animal, Universidade Federal de Viçosa. 1986.

CLARK, J. A. **Environment aspects of housing for animal production**. London: Butterworths, 511p. 1981.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 528p.1999.

DAMASCENO, J. C.; BACARI JR. F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.709-715. 1999.

DAMASCENO, J. C., TARGA, L. A. **Definição de variáveis climáticas na determinação da resposta de vacas holandesas em um sistema "free stall"**. Energia na agricultura, Botucatu, v.12, n.2, p. 12-25, 1997.

DAVIS, M. S. Effects of water application to feedlot mound during the summer (Compact disc). In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 6., Louisville, 2001. **Proceedings. Louisville: ASAE**, 2001.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Westport: ABI Pub, 1325p, 1982.

FEHR, R. L.; PRIDDY, K. T.; MCNEILL, S. G.; OVERHULTS, D. G. Limiting swine stress with evaporative cooling in the Southeast. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.26, n.12, p.542-5, 1983.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behavior and welfare**. 3<sup>o</sup> ad. London: Bailliere Tindall, 437 p., 1990.

FRAZZI, E.; CALAMARI, L.; CALEGARI, F. et al. Behavior of dairy cows in response to different barn cooling systems. In: INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 4., St. Louis, 1998. **Proceedings**. St. Louis: ASAE, p.387- 394, 1998.

GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 2791-2803, 1995.

HAHN, G. L. Bioclimatologia e instalações zootécnicas: aspectos teóricos e aplicados. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 2., Jaboticabal, 1993. **Boletim H148b**. Jaboticabal: FUNEP, p.132-146, 1993.

MOURA, A.K. et al. Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 32, Ed. 137, Art. 926, 2010.

HEAD, H. H. **Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., Jaboticabal. p.26-68, 1995.

HUBER, J. T. **Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress térmico**. In: BOVINOCULTURA LEITEIRA. Piracicaba: FEALQ, p. 33-48, 1990.

HUTCHINSON, L. Animal environments and health. v. 26, p. 70-78., **Veterinary Science**, 1999.

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, 36: 77-87, 1992.

JOHNSON, H. D. **Bioclimatology and adaptation of livestock**. Amsterdam:Elsevier, 279p ,1987.

JOHNSON, H. D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **International Journal of Biometeorology**, Berlin. v. 24, p. 65-78, 1980.

JOHNSON, H. B. **Physiological responses and productivity of cattle**. In: YOUSEF, M. K. Stress physiology in livestock. Boca Raton: CRC Press, v. 2, p. 3-22, 1985.

KROHN & MUNKSGAARD, L. Behaviour of cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tiestall) environment. **Applied Animal Behaviour Science**, v.37, p.1-6, 1993.

LALONI, L. A. **Correção do índice de temperatura equivalente (ETI) para gado leiteiro em regime semi-estabulado**. Campinas. FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas – Dissertação de Mestrado., 35p. 1996.

LIN, J. C., MOSS, B. R.; KOON, J. L.; FLOOD, C. A. Comparison of various fan, sprinkler, and mist systems in reducing heat stress in dairy cows. **Applied Engineering in Agriculture**, v.14, n.2, p.177-182, 1998.

MACHADO, P. F. **Efeitos da alta temperatura sobre a produção, reprodução e sanidade de bovinos leiteiros**. In: SILVA, I. J. O. AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE EM CLIMA QUENTE. Piracicaba: FEALQ. Cap. 4, p. 179-188, 1998.

MARTINS. J. L, SILVA, I.J.O, FAGNANI, M. A., PIEDADE, S.M., MOURA, D. J., Evolution of tree's shade quality in grazing field., **Anais**. Agribuilding, p.52, Campinas, 2001.

MCDOWELL, R. G. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: Freeman, 711 p. 1972.

MOBERG, G. P. A model for assessing the impact of behavioral stress of domestic animals. **Journal of Animal Science**, v.65, p. 1228-1265, 1987.

MORGAN, W. E. **Heat reflective roof caatings**. St. Joseph: /ASAE paper 904513/, p.9, 1990.

MOURA. D. J.; NÃÃS I. A. **Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção animal**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, p. 42-46. Lavras, 1993.

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

MOURA, A.K. et al. Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 32, Ed. 137, Art. 926, 2010.

MUYLDER, I. F. **Modificações do ambiente e estresse calórico em vacas holandezasconfinadas**. Belo Horizonte: UFMG, 80p. 1999. Tese (mestrado).

NÃÃS, I. A. Biometeorologia e construções rurais em ambiente tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2. **Anais**, Goiânia, p. 63-73, 1998.

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

NÃÃS, I. A. **Estresse calórico, comportamento e desempenho animal**. Juiz de Fora, p. 107-118, 2000.

NÃÃS, I. A. O valor do conforto animal. **Revista Pesquisa FAESP**, p. 30-33. Novembro de 1999.

NÃÃS, I. A.; SOUZA, S. R. L. Desafios para a produção de leite nos trópicos – conforto térmico. In: ZOOTEC, Uberaba, 2003. **Anais**. Uberaba: FAZU, p.64-74, 2003.

OVERTON, M. W.; SISCHO, W.M.; TEMPLE, G. D. Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in *freestall* barn. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2407-2413, 2002.

PERISSINOTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistemas de climatização em galpões tipo freestall para confinamento de gado leiteiro**. p. 122. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PINHEIRO, M. G.; ROMA JR, L. C.; LIMA, M. L. P. et al. Produção de leite de vacas da raça Jérsi em ambiente climatizado In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 3. Maringá, 2001. **Anais**. Maringá: SBBIO, 2001.

PIRES, M. F. A. Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIENCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., **Anais**. Piracicaba: FEALQ, p. 68-102, 1998.

PIRES, M. F. A.; TEODORO, R. L.; CAMPOS, A. T. Efeitos do estresse térmico sobre a produção de bovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2. Teresina, 2000. **Anais**. Teresina: SNPA, p.87-104, 2000.

ROSEMBERG, L. G.; BIAD, B. L.; VERNIS, S. B. **Human and animal biometeorology**. In: *Microclimate* - the biological environment, 2nd ed. New York: Wiley-Interscience, p. 425-467, 1983.

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, 64p, 1997.

SHEARER, J. K.; BRAY, D. R. Efeito do calor e estresse ambiental sobre a saúde da glândula mamaria. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 2., 1995, São Paulo. **Anais**. São Paulo: FMVZ/USP, p. 45-52, 1995.

SHEARER, A. K.; BEEDE, D. K. Heat Stress, part 1: **Thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather**. Agri-Practice, v.11, p. 5-17, 1990.

MOURA, A.K. et al. Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 32, Ed. 137, Art. 926, 2010.

SILVA, I. J. O, Vacas produzem mais e melhor em ambientes adequados. **Balde Branco**, ano XXXV, n. 413. P.20 – 24, 1999.

SILVA, I. J. O. Climatização das instalações para bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1. **Anais**. Piracicaba, FEALQ, p.10-23, 1998.

SOTA, R. L. Fisiologia ambiental: mecanismos de respuestas del animal al estrés calórico. In: JORNADA DE MANEJO DEL ESTRESS CALÓRICO, 1., La Plata, 1996. **Anais**. La Plata: EDULP, p.1-43., 1996.

STOOT, G. H. What is animal stress and how it is measured? **Journal of Dairy Science**, v. 52, p. 150-157, 1981.

TITTO E. A. L. **Clima: influência na produção de leite**. In: SILVA, I. J. O. Ambiência na produção de leite em clima quente. Piracicaba: FEALQ, Cap. 2,p. 10-23, 1998.

TURNER, L. W. Fan and high-pressure mist (fog) system performance for cooling lactating dairy cows. In: INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 4., St.Louis, 1998. **Proceedings. St. Louis: ASAE**, p.201-208, 1998

VASILATOS, R.; WANGSNES, P.J. Feeding behavior of lactation dairy cow as measured by time-lapse photography. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 412-416, 1980.

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

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2131-2144, 2003.

WHITAKER, J. H. **Agricultural building and structure**. Henton: Heston publishing, 306p, 1979.

WIERSMA, F.; STOTT, C. H. Evaporative cooling. In: HELICKSON, M. A.; WALKER, J.N. **Ventilation of agricultural structures**. St. Joseph:ASAE, p.113-118, 1983.

YOUSEF, M. K.; JOHNSON, H. D. Endocrine system and thermal environment. In: YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, v.1, p.133-142, 1985.

YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton; CRC PRESS, 17p. 1985.