

## **AValiação de Condições Ambientais em Sistemas de Confinamento Intensivo para Produção de Leite**

**E. COELHO (1); A.C.G. TIBIRIÇÁ (2); F.C. BAÊTA (3); I.F.F. TINÔCO (4)**

(1) MS, Arquiteto e Urbanista, Dep. de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.  
R. Senador Vaz de Melo, nº 121-A, Centro, Viçosa, MG. CEP: 36570-000

Fone (31) 9965-4164. Fax (31) 3891-1058. E-mail: [tibirica@ufv.br](mailto:tibirica@ufv.br)

(2) DS, Eng<sup>o</sup> Civil, prof. do Dep. de Arquitetura e Urbanismo/UFV, [tibirica@ufv.br](mailto:tibirica@ufv.br)

(3) PhD, Eng<sup>o</sup> Agrônomo, prof. do Dep. de Engenharia Agrícola/UFV, [fcbaeta@ufv.br](mailto:fcbaeta@ufv.br)

(4) DS, Eng<sup>a</sup> Agrícola, prof<sup>a</sup> do Dep. de Engenharia Agrícola/UFV, [iftinoco@ufv.br](mailto:iftinoco@ufv.br)

### **RESUMO**

Trata-se do resultado de uma pesquisa que se apoiou na avaliação das condições de exposição ao calor, à luz e ao ruído de instalações típicas de sistemas de confinamento intensivo para produção de leite. Com base no conhecimento e reconhecimento das condições ambientais, das atividades operativas e das inter-relações dos fatores que compõem o processo produtivo, pôde-se contribuir para melhorar o planejamento arquitetônico-ambiental das atividades próprias dessas instalações, no sentido de que o dimensionamento do sistema corresponda espacial, ambiental e produtivamente às necessidades requeridas pelos usuários. A avaliação do desempenho ambiental das instalações, permitiu verificar se os ambientes construídos atendiam a um conjunto de requisitos pré-fixados, sendo o conforto ambiental quantificado levando-se em consideração dados existentes na literatura e as características climáticas regionais do Estado de Minas Gerais.

### **ABSTRACT**

This paper is about a research based on the evaluation of heat, light and noise exposure conditions in facilities typical of intensive confinement system for milk production. Based on the environmental conditions knowledge and recognition, the operating activities, and the interrelation of the factors which compose the productive process, it was possible to contribute for the improvement of the architectonic-environmental planning of the activities proper to these facilities, so as to have the system dimensioning corresponding spatially, environmentally, and productively to the needs required by the users. The facilities environmental performance evaluation made possible the checking if the built environments attended a group of pre-fixed requirements, being the environmental comfort quantified considering the data existing in the literature and the regional weather characteristics of the State of Minas Gerais.

### **1. INTRODUÇÃO**

Em um sistema de confinamento intensivo para produção de leite, os animais ficam confinados em instalações durante todo o seu período produtivo, tendo livre acesso à alimentação e à cama de descanso. Nesse sistema, a mais importante função das instalações é interceptar a radiação solar e, assim, reduzir a carga térmica de radiação nos usuários (humanos e bovinos), para permitir um manejo adequado e para auxiliar os animais a manterem a homeotermia, para que o consumo de alimento seja otimizado.

Considerando-se as exigências térmicas, lumínicas e acústicas dos humanos e bovinos e que estes são os mais susceptíveis aos efeitos térmicos, devido à condição de confinamento, neste trabalho destacar-se-á a parte da pesquisa que se voltou para as necessidades térmicas dos bovinos, do que decorre o fato de se direcionar a atenção para as condições projetuais de construções destinadas a abrigar animais confinados para produção de leite.

Para fins de conforto humano, por se tratarem de instalações nas quais há trabalhadores exercendo inúmeras tarefas durante a jornada de trabalho, é necessário observar o estabelecido nos Anexos nº 1 (limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente) e nº 3 (limites de tolerância para exposição ao calor) da NR-15 (atividades e operações insalubres), na NR-17 (ergonomia) e na NR-24 (condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho) da Portaria nº 3214 do Ministério do Trabalho. Nos itens subseqüentes tratam-se questões a observar para a avaliação e o projeto de tais instalações.

## 2. OBJETIVO

Podemos destacar como principal objetivo do estudo dos requisitos para desempenho ambiental das instalações, destinadas predominantemente aos bovinos, fixar critérios e estabelecer limites de exposição ao calor, à luz e ao ruído, para permitir adequadas condições de trabalho aos operários e reduzir a necessidade de resposta do animal às variações ambientais e à ação das variáveis climáticas.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

Do ponto de vista térmico, a exposição humana ao calor em condições de trabalho deve ser avaliada por meio do índice de bulbo úmido - termômetro de globo (IBUTG), definido para ambientes internos ou externos, sem carga solar, pela equação 01a

$$IBUTG = 0,7.Tbu + 0,3.Tgn \quad [Eq. 01a]$$

e para ambientes externos, com carga solar, pela equação 01b

$$IBUTG = 0,7.Tbu + 0,1.Tbs + 0,2.Tgn \quad [Eq. 01b]$$

onde *Tbu* é a temperatura de bulbo úmido, *Tbs* é a temperatura de bulbo seco e *Tgn* é a temperatura de globo negro, todas em °C. Obtido o IBUTG e conhecida a taxa de metabolismo por tipo de atividade, avaliam-se as condições de conforto térmico humano de acordo com os limites previstos no Anexo 3 da NR-15, como se apresenta na Tabela 1.

**Tabela 1 – Limites de IBUTG para regime de trabalho contínuo**

Regime de trabalho (por hora)	Tipo de Atividade		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutosdescanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9

Fonte: Portaria nº 3214/78, NR-15, Anexo nº 3

Todavia, instalações destinadas a confinamento bovino para produção de leite, primordialmente os ambientes construídos visam conseguir aproveitar ao máximo o potencial dos bovinos de leite. Esse potencial depende de três itens principais: conforto ambiental, nutrição e genética, ou seja, as condicionantes térmicas alteram as funções fisiológicas ou produtivas do animal à medida que se afastam dos limites ideais. Para HARDOIM (1998), a faixa de temperatura do ar que propicia condições de conforto para vacas leiteiras é de 10°C a 15°C e a faixa de temperatura crítica situa-se abaixo de -5°C e acima de 25°C. BUFFINGTON *et al.* (1981) afirmam que o índice mais preciso para se medir o conforto térmico de animais é o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), dado confirmado pelo National Weather Service (EUA). A equação utilizada para cálculo do ITGU é:

$$ITGU = 0,72 (Tgn + Tbu) + 40,6 \quad [\text{Eq. 02}]$$

A  $Tgn$  é um valor influenciado pelas temperaturas radiantes das superfícies visualizadas pelo termômetro de globo ( $\varnothing 15\text{cm}$ ), pela temperatura do ar circundante e pela velocidade do ar na posição da medição. A Tabela 2 apresenta valores de ITGU para conforto bovino.

**Tabela 2 - Condições de conforto térmico, pelo ITGU, para bovinos de leite**

Condição	ITGU
Conforto	até 74
Estresse leve	74 a 78
Estresse moderado	79 a 84
Estresse crítico	acima de 84

Fonte: BAËTA, 1997

Quando a temperatura ambiente supera o valor máximo de conforto para o animal, a umidade relativa do ar passa a ser fundamental nos mecanismos de dissipação de calor porque, em condições de umidade elevada, o ar úmido saturado inibe a evaporação da água através da pele e da respiração e o ambiente torna-se estressante para o animal (DELASOTA, 1996).

LEAL (1990) recomenda como temperaturas ótimas (máximas e mínimas) para instalações destinadas a gado de leite, as constantes na Tabela 3.

**Tabela 3 - Temperaturas ótimas em instalações leiteiras**

Espécie	Temperaturas ótimas ( $^{\circ}\text{C}$ )	
	Máxima	Mínima
Vaca leiteira	18	12
Novilho 1 ano	19	12
Novilho	18	12
Vitelo 3 meses	19	16
Vitelo 1mês	21	19

Fonte: LEAL, 1990

Quando o animal encontra-se fora da faixa de conforto, tem que utilizar mecanismos próprios para favorecer a dissipação de calor oriunda da produção metabólica; caso esteja sob temperatura crítica, interrompe o processo produtivo e utiliza sua energia para a sobrevivência.

Quanto à umidade relativa do ar, a faixa de conforto para vacas leiteiras é de até 70%, índice que garante o melhor desempenho produtivo dos animais e, em contrapartida, não os torna susceptíveis à incidência de doenças respiratórias (CAMPOS, 1986). Na Tabela 4 mostra-se que a combinação de altas temperaturas com alta umidade relativa do ar deprime o desempenho produtivo de vacas leiteiras.

**Tabela 4 - Efeito da temperatura e da umidade relativa do ar na produção de leite**

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Umidade relativa (%)	Raça		
		Holandesa (%)*	Jersey (%)*	Pardo-suiça (%)*
24	38	100	100	100
24	76	96	99	99
34	46	63	68	84
34	80	41	56	71

Fonte: BACCARI, 1998

Nota: (\*) Produção de leite, em porcentagem, relacionada à produção a  $24^{\circ}\text{C}$  de temperatura do ar e 38% de umidade relativa do ar.

Dentre os efeitos dos elementos do clima sobre os animais, tem-se pesquisado a radiação solar como a fonte de calor que acarreta maiores dificuldades para a manutenção da homeotermia. São fatores que afetam a carga térmica radiante no interior das instalações: orientação, altura do pé-direito, altura da cumeeira, paredes, cobertura e características dos materiais empregados na construção.

Para BOND (1971), o sombreamento pode reduzir cerca de 30% da carga térmica de radiação (CTR), quando comparada à carga recebida pelo animal ao ar livre. A carga térmica de radiação pode ser amenizada por intermédio de uma cobertura eficiente e tratamento paisagístico do entorno imediato das instalações, formando uma cortina opaca à radiação e permeável ao vento.

Dentre as variáveis fisiológicas, podem-se citar como itens mais importantes na determinação da condição animal frente ao ambiente: temperatura corporal, ritmo respiratório, ganho de peso, consumo de alimentos, ingestão de água, alterações hematológicas, pelagem, produção e composição do leite.

Nos bovinos, independentemente de variações da temperatura ambiente, a temperatura corporal é mantida em níveis constantes e pode ser considerada a medida direta da resposta do animal à alteração do equilíbrio térmico com o ambiente (JOHNSON, 1987). Segundo STOBBER (1993), a temperatura corporal limite de conforto para bovinos está entre 38°C e 39°C, valor em que ainda se pode obter eficiência de produção e reprodução.

Nos bovinos, quando submetidos a excessiva carga térmica, o ritmo respiratório acelerado visa à dissipação térmica pelo aquecimento do ar inspirado e pela evaporação da água pelas vias respiratórias. Segundo MÜLLER (1989), em condições de conforto térmico a frequência respiratória média normal dos bovinos é de 23 mpm (movimentos por minuto). Para MOUNT (1979), 20 mpm correspondem a um ambiente fresco e 80 mpm a um ambiente quente, sendo que em temperatura ambiente de 35°C e umidade relativa do ar a 35% e a 75%, os animais apresentaram frequência respiratória em torno de 100 e de 160 mpm, respectivamente.

Relativamente aos efeitos nutricionais sobre o comportamento térmico, a primeira resposta do animal em um ambiente quente é a redução da ingestão de alimentos. Pesquisas têm demonstrado que o ganho de peso é alterado dependendo da temperatura ambiente à qual o animal está sujeito. JOHNSON (1987) observou que o ritmo de crescimento de novilhos foi 12% menor em ambientes a 27°C de temperatura do que em ambientes mantidos a 10°C.

Em relação a seu peso vivo, o gado de leite necessita de mais água do que outras espécies, pois o leite consiste em 87% de água e o corpo do animal apresenta de 55% a 65% deste elemento (CAMPOS, 1997). Segundo CAMPOS (1997), acima de 26°C, isto é, quando as vacas sofrem estresse por causa do calor e da elevação da umidade do ar, elas diminuem o consumo de alimentos e aumentam o consumo de água e a frequência das ingestões, o que resulta em queda na produção. Na Tabela 5 mostra-se o consumo de água por categoria, de acordo com a temperatura ambiente.

**Tabela 5 - Consumo médio diário de água em função da temperatura ambiente**

Categoria	Temperatura ambiente (°C)			
	0,5	10	21	32
	consumo diário de água (em litros)			
Vaca seca, 630 kg	22,5	35,0	47,5	55,0
Vaca no final de lactação	32,5	35,0	47,5	55,0
Vaca produzindo leite, 20kg/dia	60,0	63,0	80,0	100,0
Vaca produzindo leite, 30kg/dia	100,0	102,0	130,0	170,0

Fonte: PIRES *et al.*, 1998

Outro fator induzido pelo tipo de ambiente construído refere-se ao estresse calórico acentuado em bovinos, o qual leva a uma queda do volume sanguíneo e do número de heritrócitos, a uma menor síntese de hemoglobina e a alterações do ciclo estral (PIRES, 1998). A redução das manifestações de cio e a maior ocorrência destes durante à noite no verão são alguns dos agravantes para o manejo. Segundo Valtorta e Gallardo, *apud* PIRES (1998), na Flórida (EUA), a taxa de cios não detectados varia de 4% no inverno a um máximo de 82% no verão.

Quanto a absorção da radiação, que se dá por meio da pelagem, o agrupamento, forma de alteração do comportamento, é um artifício usado pelos animais para reduzir, principalmente, a área de superfície corporal exposta à radiação solar (CURTIS, 1983).

Sob condições de estresse climático, animais de raças leiteiras de origem européia diminuem o consumo de alimentos, não ingerindo nutrientes suficientes para secreção de leite. Segundo FALCO (1979), o aumento de 1°C na temperatura retal provoca a diminuição de 1kg na produção de leite.

#### 4. METODOLOGIA

Para estudar as condições de exposição ambiental em sistemas de confinamento intensivo para produção de leite, foram feitas avaliações durante os meses de janeiro e fevereiro de 2000 em quatro fazendas situadas no Estado de Minas Gerais, as quais apresentam distintas características quanto às instalações e ao rebanho. As propriedades localizam-se, segundo a classificação de KÖPPEN, em região de clima quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e verão quente. O relevo da região varia de ondulado a fortemente ondulado, com um a dois meses secos por ano; a vegetação é floresta subperenifolia e subcaducifolia.

Visando-se melhor compreender e caracterizar as condições físico-ambientais das instalações envolvidas na obtenção de leite, nas quatro unidades de produção pesquisadas foram realizadas medições de temperatura de globo negro (*Tgn*), temperatura de bulbo seco (*Tbs*), temperatura de bulbo úmido (*Tbu*), temperaturas de bulbo seco máxima e mínima, velocidade do ar, umidade relativa do ar (*UR*), nível de ruído e nível de iluminamento, obtidas em todas as fazendas nos períodos da manhã (6h às 7h), tarde (12h às 13h) e noite (21h às 22h), horários de ordenhas, a fim de abranger qualitativamente a rotina de produção de leite.

Os dados coletados estão resumidos e apresentados na Tabela 1, contendo os locais de medição nas instalações e a indicação do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e do índice de bulbo úmido-temperatura de globo (IBUTG). BUFINGTON *et al.* (1981) recomendam o ITGU para quantificar o conforto térmico de animais, já que ele incorpora o efeito da radiação sobre o animal, e a NR-15 (Anexo 3) recomenda o IBUTG, combinado com o metabolismo, para avaliar a tolerância ao calor em condição de trabalho.

Os equipamentos para medição de temperaturas foram instalados a uma altura de 1,90m nas instalações destinadas ao galpão de confinamento, à sala de ordenha, ao curral de espera e em local externo às instalações, situados em pontos equidistantes das extremidades, de modo a fornecer um parâmetro geral das condições térmicas. De acordo com estudos para instalações destinadas a animais, as medições dos índices ambientais devem ser realizadas na altura equivalente ao centro de massa corporal do animal; porém, prevendo-se a possibilidade de danos aos equipamentos, tendo-se em vista a extrema curiosidade das vacas leiteiras, eles foram instalados na altura mencionada.

Para as medições foram utilizados: termômetro digital, escalas de temperatura °C ou °F (resolução de 0,1°C); anemômetro digital (resolução de 0,1 m/s); decibelímetro (resolução 0,1 dB); termômetro de máxima e mínima; higrômetro de leitura direta; termômetro de globo negro; luxímetro (três escalas e resolução de 1 lux); e, trena eletrônica de medidas até 10,00m.

#### 5. RESULTADOS

Durante o período de coleta de dados, nas fazendas A e D predominou tempo chuvoso, na C as condições foram de céu encoberto, às vezes chuvoso, e na B foram obtidos dados em condições de céu parcialmente encoberto, às vezes chuvoso. No Quadro 1 apresentam-se os valores de IBUTG, ITGU, nível médio de ruído, velocidade média do ar e de iluminância em cada local de medição nas fazendas A, B, C e D, durante os períodos de ordenha.

Pôde-se verificar que em algumas propriedades, mesmo sob condições similares de céu encoberto, no início da tarde foram constatados alguns valores de ITGU acima da referência superior de conforto

para os animais (ITGU até 74 é considerado dentro da faixa suportável de estresse provocado pelo calor), indicando estresse moderado nos animais, o que, como verificado ‘in loco’, deve-se às características construtivas das instalações, apontando necessidade de melhorá-las para amenizar o calor quando submetidas ao sol no verão.

Relativamente aos trabalhadores, considerando-se que realizam tarefas contínuas sob esforços de moderados para pesados, os resultados obtidos mostram que já sob as condições de exposição térmica ocorridas (chuva ou céu total/parcialmente encoberto), no início da tarde nas fazendas B e C alguns ambientes apresentaram valores já próximos dos limites de tolerância para exposição ao calor. Pelo obtido, e constatado construtivamente, pode-se esperar que os valores de IBUTG serão superados, quando as instalações estiverem sujeitas à radiação solar. Acusticamente, constatou-se que em três das quatro fazendas os níveis de ruído estão no limite de exposição diária permissível nas salas de ordenha, sendo necessário melhor resolvê-las. Luminicamente, durante o dia as condições de trabalho visual foram adequadas à realização das tarefas; todavia, à noite, os níveis de iluminância são insuficientes para algumas tarefas relacionadas à ordenha noturna, o que aponta necessidade de iluminação complementar para este caso.

**Quadro 1 - Condições ambientais de exposição ao calor, à luz e ao ruído nas Propriedades A<sup>(1)</sup>, B<sup>(1)</sup>, C<sup>(1)</sup> e D<sup>(1)</sup>**

Fazenda <b>A</b>	Variáveis ambientais													
	IBUTG (sem carga solar)			ITGU (sem carga solar)			Velocidade do ar (m/s)			Nível médio de ruído (dBA)			Iluminância (lux)	
Local de medição	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	Dia <sup>(5)</sup>	N <sup>(4)</sup>
Galpão desc.	17,0	21,8	17,3	65,2	74,0	65,8	0,8	2,0	0,5	67,2	64,0	59,0	725	23
Galpão desc. c/ vent	16,9	21,5	17,3	65,0	73,5	65,8	1,4	1,5	0,1	74,9	73,7	64,0	710	25
Galpão aliment.	16,8	21,3	17,3	65,0	73,5	65,8	1,1	1,6	0,2	67,9	64,0	59,0	980	22
Curral de espera com sombrite	16,3	21,4	17,5	64,7	73,1	70,1	0,1	0,2	0,1	75,4	72,0	69,3	196	18
Sala de ordenha	16,3	20,9	21,1	64,3	73,7	66,0	0,1	0,6	0,1	91,3	88,9	81,7	412	25
Ambiente externo	18,4	25,0	19,7	66,8	79,4	68,6	1,6	1,6	0,8	82,5	67,2	53,0	1.320	22

Fazenda <b>B</b>	Variáveis ambientais													
	IBUTG (sem carga solar)			ITGU (sem carga solar)			Velocidade do ar (m/s)			Nível médio de ruído (dBA)			Iluminância (lux)	
Local de medição	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	Dia <sup>(5)</sup>	N <sup>(4)</sup>
Galpão desc.+aliment.	16,9	23,4	18,9	65,6	76,7	68,6	0,3	0,2	0,0	63,0	64,4	46,0	890	20
Galpão desc.+aliment.	16,7	21,2	18,1	64,7	75,1	67,8	0,1	1,0	0,1	75,2	56,5	44,0	892	21
Galpão desc.+aliment.	19,9	22,7	20,0	71,0	74,0	69,7	0,0	0,6	0,0	73,9	69,5	40,0	880	20
Galpão desc.+aliment.	17,6	24,1	20,3	66,3	77,8	70,1	0,1	1,0	0,3	71,4	57,2	65,5	890	19
Sala de ordenha	20,8	23,6	21,6	72,1	76,4	72,2	0,0	0,1	0,0	86,6	79,0	77,0	880	22
Ambiente externo	18,2	25,9	19,6	66,5	81,6	68,3	0,3	0,3	0,4	75,0	70,0	63,5	1.200	20

Fazenda <b>C</b>	Variáveis ambientais													
	IBUTG (sem carga solar)			ITGU (sem carga solar)			Velocidade do ar (m/s)			Nível médio de ruído (dBA)			Iluminância (lux)	
Local de medição	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	Dia <sup>(5)</sup>	N <sup>(4)</sup>
Sala de ordenha	19,0	21,4	21,0	67,9	72,1	70,8	1,1	0,7	0,2	78,0	74,0	55,0	430	28
Galpão desc.	19,2	24,5	21,5	68,3	78,4	71,9	0,6	0,8	0,3	62,0	64,0	42,0	560	28
Galpão desc.	19,1	23,6	21,2	68,3	76,2	71,3	0,7	0,1	0,2	64,0	67,0	55,0	313	21
Galpão aliment/cocho	18,6	21,5	20,3	68,5	72,7	70,1	0,2	0,1	0,2	61,0	64,0	59,0	640	12
Ambiente externo	18,0	21,7	19,8	67,0	73,3	70,6	2,1	2,8	0,4	46,0	63,0	65,0	1.400	22

Fazenda D	Variáveis ambientais													
	IBUTG (sem carga solar)			ITGU (sem carga solar)			Velocidade do ar (m/s)			Nível médio de ruído (dBA)			Iluminância (lux)	
Local de medição	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	M <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	N <sup>(4)</sup>	Dia <sup>(5)</sup>	N <sup>(4)</sup>
Sala de ordenha	18,1	17,7	16,5	66,7	66,5	64,7	0,0	0,2	0,0	89,2	91,8	58,0	440	25
Galpão desc.+aliment.	19,8	20,2	16,4	64,5	66,3	65,2	0,4	1,2	0,6	54,0	64,0	62,0	820	22
Galpão desc.+aliment.	16,4	17,5	17,1	64,7	66,1	63,8	0,6	1,4	1,1	62,0	64,0	62,0	826	21
Ambiente externo	16,6	17,4	15,8	69,0	70,1	63,4	2,8	3,3	1,8	62,0	63,0	58,0	1.408	23

Fonte: COELHO, 2000.

Notas: <sup>(1)</sup> resultados de levantamentos com céu encoberto (jan-fev de 2000)

<sup>(2)</sup> medição da manhã (entre 6h e 7h)

<sup>(4)</sup> medição da noite (entre 21h e 22h)

<sup>(3)</sup> medição da tarde (entre 12h e 13h)

<sup>(5)</sup> iluminamento médio, condições chuvosas, entre 12h e 13h

## 6. CONCLUSÃO

A pesquisa realizada apontou a necessidade de se adequar o arranjo físico e os fechamentos das instalações para que os usuários possam:

- termicamente, realizar suas atividades sob condições de conforto no verão;
- acusticamente, não ficar sujeitos às sobrecargas de ruído verificadas nas salas de ordenha;
- luminicamente, poder realizar as tarefas noturnas, principalmente as associadas às ordenhas, em condições visuais adequadas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACCARI, F. JR. *Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes*. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2, 1998, Goiânia. Anais... Goiânia, 1998. p. 136 – 161.
- BAÊTA, F.C. *Ambiência em edificações rurais - conforto animal*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1997. 246p.
- BOND, J. *Its effect on the physiology and behavior of animals*. 1971.
- BUFFINGTON, C.S., COLLAZO-AROCHO, A., CANTON, G. H., PITT, D., THATCHER, W. W., COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v. 24, n. 3, p. 711 - 714, 1981.
- CAMPOS, A. T. *Determinação dos índices de conforto térmico e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões de verão para Viçosa - MG*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1986. 66p.
- CAMPOS, A. T. *Análise de viabilidade da reciclagem de dejetos de bovinos com tratamento biológico, em sistema intensivo de produção de leite*. Botucatu, SP: UNESP – Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1997. 141 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP – Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1997.
- COELHO, E. *Metodologia para análise e projeto de sistema intensivo de produção de leite em confinamento tipo baias livres*. Viçosa, MG: UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2000. 151p. Tese (Mestrado Engenharia Agrícola) – UFV, 2000.
- CURTIS, S.E. *Environment management in animal agriculture*. Illinois: Animal Environment Services, 1983. p. 409.
- DELASOTA, R.L. *Fisiologia ambiental: mecanismos de respuestas del animal al estres calórico*. JORNADA DE MANEJO DEL ESTRES CALÓRICO, 1, 1996, La Plata. Anais... La Plata, 1996. p. 1 - 43.

- HARDOIM, P. C. *Instalações para bovino de leite*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS, PESQUISADORES E EDUCADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 3, 1988, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas 1988.
- JOHNSON, H. D. *Bioclimatology and adptation of livestock*. Amsterdam: Elsevier, 1987. 279 p.
- LEAL, P. A. M. *Ambiência animal*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS E PESQUISADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 1, 1990, São Paulo. Anais... São Paulo, 1990.
- MOUNT, L.E. *Adaptation to thermal environment*. University Park Press, 1979. p. 241
- MÜLLER, P.B. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. Porto Alegre, 1989. 262 p.
- PIRES, M.F. A. *Reflexo do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação*. In: SISPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998.