



**DAIANE CECCHIN**

**COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS  
CONFINADAS EM *FREE-STALL* COM CAMAS  
DE AREIA E BORRACHA**

**LAVRAS - MG**

**2012**

**DAIANE CECCHIN**

**COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS CONFINADAS EM  
*FREE-STALL* COM CAMAS DE AREIA E BORRACHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções Rurais e Ambiente, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Alessandro Torres Campos

Coorientadores

Dra. Maria de Fátima Ávila Pires

Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior

**LAVRAS - MG**

**2012**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Cecchin, Daiane.

Comportamento de vacas leiteiras confinadas em *free-stall* com  
camas de areia e borracha / Daiane Cecchin. – Lavras : UFLA, 2012.  
114 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.  
Orientador: Alessandro Torres Campos.  
Bibliografia.

1. Bovinos de leite. 2. Bem estar. 3. Instalações. 4. Índices do  
ambiente térmico. 5. Temperatura de cama. I. Universidade Federal  
de Lavras. II. Título.

CDD – 636.20831

**DAIANE CECCHIN**

**COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS CONFINADAS EM  
*FREE-STALL* COM CAMAS DE AREIA E BORRACHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções Rurais e Ambiente, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 10 de Agosto de 2012.

Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior

DEG/UFLA

Prof. Dr. Renato Ribeiro Lima

DEX/UFLA

Dra. Maria de Fatima Ávila Pires

EMBRAPA - Gado de Leite

  
Prof. Dr. Alessandro Torres Campos  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2012**

*A Deus*

*A meus pais, Valter e Diva Cecchin, pelo amor, confiança, apoio, sempre me  
impulsionando a seguir sempre em frente.*

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me dado força e conhecimento para vencer todas as dificuldades encontradas, possibilitando a conclusão desse trabalho;

Aos meus pais, por todos incentivos e sacrifícios que fizeram para que chegasse até aqui, e por compreenderem a minha ausência;

Ao Professor Dr. Alessandro Torres Campos, pela orientação, paciência, amizade, dedicação e seus ensinamentos que foram de grande relevância para a realização deste trabalho e meu crescimento profissional;

Aos meus coorientadores Dra. Maria de Fatima Ávila Pires e Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior, pelo auxílio e pela significativa contribuição para a elaboração desse trabalho;

Ao Prof. Dr. Renato Riberio de Lima, pela colaboração na análise estatística desse trabalho;

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, em especial o programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de ingressar no Mestrado;

À EMBRAPA – Gado de Leite, por ter disponibilizado as instalações e animais para que o experimento fosse conduzido;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos;

À Tania Maria Pereira Alvarenga, pela colaboração nesse trabalho;

Ao Douglas Phillipe Alvarenga Nery, pelo apoio em todos os momentos e por compreender a minha ausência durante a fase de experimento;

À Bárbara Cardoso da Mata e Silva, pela amizade, apoio e também pela ajuda e companhia durante a fase de experimento;

À Francine Aparecida Sousa, pela amizade, companheirismo e ensinamentos, que foram de grande valia para a realização deste trabalho;

A todos os meus amigos e amigas que sempre estiveram presentes me aconselhando e incentivando com carinho e dedicação;

À Myriam Cristiane Morais Souza e Suane Alves Ferreira, pela colaboração na coleta dos dados durante o experimento;

Aos funcionários que trabalham no setor Gado Puro da Embrapa, pela disposição em ajudar sempre que precisei;

À empresa SANSUY, pela doação do material testado;

Aos membros da banca examinadora, por terem aceitado participar da avaliação desse trabalho;

Deixo o meu imenso agradecimento a todos que fizeram parte de mais essa etapa da minha vida.

Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso e pessoas fracassadas. O que existem são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles (CURI, 2004, p. 154).

## RESUMO GERAL

Entre os diversos desafios enfrentados na produção de gado de leite em sistema de confinamento modelo *free-stall*, a escolha do material utilizado para superfície de cama se destaca por sua importância. Quando a cama não fornece conforto suficiente, os animais são expostos a condições de estresse, ocasionando diminuição do seu bem-estar comprometendo, conseqüentemente, a produção. Um animal pode demonstrar seu conforto ou desconforto através de alterações comportamentais e fisiológicas. Diante do exposto, objetivou-se com essa pesquisa desenvolver uma avaliação comparativa entre os materiais areia e cama composta de borracha, para o emprego em baias de instalação para confinamento modelo *free-stall*. O experimento foi realizado nas instalações do Sistema Intensivo de Produção de Leite (SIPL), da Embrapa Gado de Leite, situado no Município de Coronel Pacheco, Zona da Mata de Minas Gerais, utilizando 20 camas individuais (*stalls*), de modo a perfazer 10 camas de borracha compostas constituídas por uma capa de poliéster recheada com roletes entremeados de borracha picada (subproduto da vulcanização de pneus) e 10 camas de areia. Foi observado o comportamento de 18 vacas holandesas. Foram avaliados os parâmetros ambientais. Foram calculados o índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) e a carga térmica de radiação (CTR). Os resultados obtidos demonstraram preferência dos animais pela cama de areia, conseqüência provável do maior conforto físico e térmico apresentados por este tipo de material.

Palavras-chave: Bem estar. Comportamento. Bovinos de leite. Construções rurais. Índices do ambiente térmico. Temperatura de cama.

## **GENERAL ABSTRACT**

Among the various challenges faced in dairy cattle production in a free-stall confinement system, the choice of material used as bed surface is highlighted by its importance. When the bed does not provide enough comfort, the animals are exposed to stress conditions, which lead to the decrease of their welfare, consequently compromising the production. An animal may demonstrate its comfort or discomfort through behavior and physiological alterations. In light of the above, this work aimed at developing a comparative evaluation between the sand and rubber materials, for use in stalls in a free-stall model confinement installation. The experiment was performed in the Intensive Dairy Production System (IDPS) facilities of the Embrapa Gado de Leite, situated in the municipality of Coronel Pacheco, Zona da Mata region in Minas Gerais. Twenty individual beds (stalls) were used, with ten beds made of a polyester cover filled with rubber-crums (sub-product of tire vulcanization) and ten sand beds. The behavior of 18 Holstein cows was observed. The black globe temperature and humidity index (BGHI) and the radiating thermal load (RTL). The obtained results showed the preference of the animals to the sand bed, probable consequence of a higher physical and thermal comfort presented by this type of material.

Key-words: Welfare. Behavior. Dairy cattle. Rural buildings. Thermal environment indexes. Bed temperature.

## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1

- Figura 1. Borracha picada (a); camas de colchão de borracha (b); montagem da cama, com roletes recheados com borracha picada, entremeados com borracha (c); camas de areia (d) ..... 51
- Figura 2. Valores de ITGU nas cama de areia, de borracha e no solário ..... 56
- Figura 3. Temperaturas de bulbo seco (Tbs) no interior da instalação, Temperatura nas camas de areia e de borracha ..... 59

### ARTIGO 2

- Figura 1. Distribuição em percentagem dos comportamentos em cada período. (Atividades - A: andando; DOA: deitada em ócio na cama de areia; DOB: deitada em ócio na cama de borracha; DRA: deitada ruminando na cama de areia; DRB: deitada ruminando na cama de borracha; EOA em pé ócio sobre a cama de areia; EOB: em pé ócio sobre a cama de borracha; EOC: em pé em ócio no corredor; ERA: em pé ruminando sobre a cama de areia; ERB: em pé ruminando sobre a cama de borracha; ERC: em pé ruminando no corredor; ES: em pé se alimentando) ..... 76
- Figura 2. Percentual de vacas que procuraram o bebedouro, para cada horário do dia ..... 79
- Figura 3. Percentual de vacas que defecaram e urinaram, para cada hora do dia ..... 80
- Figura 4. Distribuição em percentagem dos comportamentos em cada período. (Atividades - A: andando; DO: deitada em ócio; DR: deitada ruminando; EO: em pé ócio sobre a cama; EOC: em pé em ócio no corredor; ER: em pé ruminando sobre a cama; ERC: em pé ruminando no corredor; ES: em pé se alimentando) ..... 84

Figura 5. Percentual de vacas que ingeriram água a cada hora..... 86

Figura 6. Defecação e micção (%) de vacas, a cada hora..... 87

## **ARTIGO 2**

Figura 1. Percentual de vacas com Lesões em joelhos e jarretes, alojados em camas de areia e borracha, no início e no término do experimento ..... 103

Figura 2. (a) Lesões no joelho (escore 3) de vaca alojada em cama de borracha, (b) Lesões no joelho (escore 5) de vaca alojada em cama de borracha, (c) Lesões no joelho (escore 0) de vaca alojada em cama de areia, (d) Lesões no joelho (escore 1) de vaca alojada em cama de areia ..... 105

Figura 3. (a) Lesões de jarrete (escore 2) de vacas alojadas em cama de borracha, (b) Lesões de jarrete (escore 3) de vacas alojadas em cama de borracha, (c) Lesões de jarrete (escore 0) de vacas alojadas em cama de areia, (d) Lesões de jarrete (escore 1) de vacas alojadas em cama de areia ..... 106

Figura 4. Escore de locomoção de animais alojados com cama de borracha e areia ..... 108

Figura 5. (a) Vaca com escore de limpeza: 0; (b) vaca com escore de limpeza: 2. .... 110

## **LISTA DE TABELAS**

### **ARTIGO 1**

- Tabela 1. Média do tempo (minutos) despendido em cada atividade, para cada período ..... 54
- Tabela 2. Valores médios da temperatura das camas de areia e borracha, para cada período ..... 57

### **ARTIGO 2**

- Tabela 1 Média do tempo (minutos) gasto de cada atividade em cada período..... 75
- Tabela 2. Tempo médio dos animais (minutos) gasto em cada atividade e período..... 83

## LISTA DE SIGLAS

A	Andando
CTR	Carga Térmica Radiante $W m^{-2}$
DOA	Deitada em ócio na cama de areia
DOB	Deitada em ócio na cama de borracha
DRA	Deitada ruminando na cama de areia
DRB	Deitada ruminando na cama de borracha
EOA	Em pé em ócio com duas patas sobre a cama de areia
EOB	Em pé em ócio com duas patas sobre a cama de borracha
EOC	Em pé em ócio no corredor
ERA	Em pé ruminando com duas patas sobre a cama de areia
ERB	Em pé ruminando com duas patas sobre a cama de borracha
ERC	Em pé em ruminando no corredor
ES	Em pé se alimentando
FR	Frequência respiratória em movimentos respiratórios $minuto^{-1}$
ITGU	Índice de temperatura do globo e umidade relativa
T	Temperatura em $^{\circ}C$
$t_{bs}$	Temperatura de bulso seco em $^{\circ}C$
$t_{gn}$	Temperatura do globo negro em $^{\circ}C$

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	18
2.1	<b>Ambiência para bovinos</b> .....	18
2.2	<b>Bem-estar</b> .....	23
2.3	<b>Comportamento animal</b> .....	26
2.4	<b>Instalações</b> .....	28
2.5	<b>Materiais para recobrimento de camas</b> .....	30
3	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	34
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS</b> .....	45
	<b>ARTIGO 1</b> Comparação de dois materiais de cama para instalações para bovinos de leite modelo <i>free-stall</i> .....	45
	<b>ARTIGO 2</b> Comportamento de vacas leiteiras em instalação de confinamento modelo <i>free-stall</i> em condição de clima quente.....	65
	<b>ARTIGO 3</b> Escore de lesões, locomoção e limpeza de vacas para dois tipos de cama em <i>free-stall</i> .....	94

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1 INTRODUÇÃO**

A produção de leite do Brasil em 2009 alcançou 29.112 bilhões de litros, com alta de 5,6% em relação ao ano anterior. O principal estado produtor foi Minas Gerais, com 7.931 bilhões de litros, representando 27,2% do total produzido no País (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2011). A aquisição de leite no Brasil no primeiro trimestre de 2012 foi de 5.731 bilhões de litros, houve aumento representativo (4,4%) em comparação ao mesmo período em 2011. O estado de Minas Gerais foi destaque também na aquisição do produto, com 25,6% de participação no consumo nacional (IBGE, 2012).

A crescente demanda do mercado tem contribuído para a aquisição de animais de produção cada vez mais eficientes e a adoção de instalações mais tecnificadas por parte dos produtores. A cada dia surgem novas tecnologias, visando aumentar a produtividade e o rendimento econômico. O confinamento de animais, segundo Perissinotto et al. (2009), surgiu como uma alternativa para o aumento da produtividade por meio do controle das condições ambientais na área de alojamento.

Considerando os 100 maiores produtores de leite do Brasil, o sistema de produção predominante é o confinamento total (55%), seguido pelo semi-confinamento (26%), e finalmente por sistemas exclusivamente a pasto (19%) (MILKPOINT, 2012).

A dificuldade de adaptação das raças leiteiras européias no Brasil, devido às condições climáticas desfavoráveis, afeta diretamente o setor produtivo de leite (SOUZA et al., 2004). Animais abrigados sofrem menos

estresse térmico do que animais criados no pasto, pois a carga térmica de radiação incidente direta diminui (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Para alojar os animais surgiram os sistemas de confinamento, dentre eles, o galpão *free-stall*, é provido de baias individuais, possibilitando que os animais entrem e saiam espontaneamente das baias. Juntamente com o aparecimento destes sistemas de confinamento, novos problemas surgiram, um deles é o tipo de material utilizado como cama para as baias. A cama deve fornecer o máximo de conforto e higiene para os animais, pois, de acordo com Broom (1991), a superfície onde o animal se deita, é fonte potencial de desconforto térmico e físico e, conseqüentemente, de traumatismos e doenças infecciosas.

Segundo Herlin (1997), as vacas preferem deitar-se em camas macias. A suavidade da cama depende da quantidade e qualidade do material utilizado. A areia se tornou mais popular como material de cama, porque é de origem inorgânica, propicia condições de higiene razoáveis aos animais e apresenta algumas vantagens relacionadas com a saúde de vaca (COOK, 2003; ESPEJO; ENDRES; SALFER, 2006; NORRING et al., 2008). A indisponibilidade de materiais ao longo do ano forçou a busca por materiais substitutivos, permanentes ou semipermanentes, que pudessem ser utilizados como cama para baias de galpões modelo *free-stall*, um deles é o colchão de borracha (NATZKE; BRAY; EVERETT, 1982).

A proposição de novos materiais a serem empregados como cama para baias de galpão tipo *free-stall*, e estudos da avaliação do conforto térmico empregando metodologias de análise de comportamento, assim como os aspectos sanitários é de importância imperiosa para o oferecimento de opções para os sistemas de produção de leite com animais confinados.

Neste sentido, objetivou-se com o presente trabalho comparar os materiais areia e colchão de borracha para baias de confinamento modelo *free-*

*stall*, avaliando parâmetros relacionados ao ambiente térmico, conforto e sanidade dos animais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste referencial teórico, serão abordados os temas: ambiência para bovinos, bem-estar, comportamento animais e em especial, diferentes materiais utilizados para recobrimento de camas.

### **2.1 Ambiência para bovinos**

As condições ambientais existentes nos países situados nos trópicos, como é o caso do Brasil, causam problemas na criação de animais em geral, devido ao fato de apresentarem elevada temperatura média durante o ano, causando o chamado estresse térmico (SEVEGNANI; GHELFI FILHO; SILVA, 1994).

De acordo Arcaro Júnior et al. (2003), no Brasil, a temperatura média do ar situa-se acima de 20 °C, podendo ultrapassar os 30 °C, durante as horas mais quentes do dia, devido à elevada radiação solar que incide sobre o território, já que aproximadamente dois terços encontram-se na faixa tropical do planeta.

Um dos maiores problemas na criação de bovinos de leite de elevada produtividade nos trópicos refere-se à dificuldade que os animais possuem em dissipar calor corporal para o ambiente (ALMEIDA et al., 2010).

Altas temperaturas, radiação excessiva e elevada umidade relativa afetam negativamente o consumo de alimentos, criam condições favoráveis ao aparecimento de endo e ectoparasitas e de outras enfermidades que afligem os animais (FERREIRA, 2005).

O ambiente pode ser definido como o conjunto de fatores que afetam a fisiologia, o comportamento e a evolução de um organismo, e que não envolve diretamente fatores genéticos (SILVA, 2000). O ambiente térmico representa um

fator de restrição para a máxima eficiência da produção, principalmente para animais alta capacidade produtiva (HUBER, 1990).

Segundo Head (1995), o ambiente térmico compreende todos os fatores físicos, químicos e biológicos que circundam o corpo do animal, como, por exemplo, temperatura e luz, e a ação dessas variações pode provocar mudanças de comportamento. Paranhos da Costa (2000) complementa que a temperatura, radiação solar, parasitas, entre outros, podem ser fontes de estresse, causando desconforto para aos animais.

Perissinotto, Moura e Cruz (2007) comentam que o desempenho do animal está fortemente relacionado ao ambiente térmico, pois este afeta os mecanismos de troca de calor entre o animal e o meio.

Os bovinos são animais homeotermos, isto é, são capazes de manter a temperatura corporal estável, mesmo que a temperatura do ambiente varie dentro de limites apreciáveis. Os limites ideais de temperatura corporal para a produtividade e a sobrevivência devem ser mantidos entre 38 °C e 39 °C (FEITOSA, 2005; MCFARLAND, 1999; MÜLLER, 1982; PIRES, 1998).

A homeotermia é mantida por meio de trocas de calor entre o animal e o meio ambiente, através de mecanismos fisiológicos, metabólicos e comportamentais. Os mecanismos de dissipação de calor se dividem em sensíveis: convecção, condução e radiação; e latentes: evaporação e a condesação (BAÊTA; SOUZA, 2010).

A perda de calor por convecção é a forma sensível mais eficiente de transferência de calor do animal para o meio, ocorre por meio da 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 da instalação, favorecendo a ventilação natural. A perda de calor por condução ocorre pelo contato entre as superfícies ou substâncias cujas temperaturas devem ser diferentes; em locais como lagoas, pisos cimentados, barro é que geralmente

ocorrem essas transferências. Já a perda por radiação ocorre, quando o animal emite radiação para o meio; porém, essa via é mais importante para a aquisição de calor que propriamente para a perda (BAÊTA; SOUZA, 2010; CUNNINGHAM, 1999).

Quando um animal encontra-se em um ambiente térmico estressante, à medida que a temperatura corporal dele aproxima-se da temperatura ambiente, as trocas de calor sensível deixam de ser efetivadas no balanço homeotérmico, pois o gradiente de temperatura torna-se pequeno, reduzindo sua eficácia, havendo necessidade de utilização das trocas de calor latente. As formas de troca de calor latentes são evaporação e a condesação, nas quais os fluxos são causados por gradientes de pressão de vapor (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Segundo Hardy (1981), a termorregulação não é eficiente em condições desfavoráveis, como sob calor intenso, por exemplo, pois quando a temperatura ambiente é superior à da pele, o gradiente térmico normal inverte-se e o calor flui do ambiente para o corpo.

De acordo com Titto et al. (1999), em situações de temperaturas elevadas, a perda de calor não ocorre de maneira satisfatória, exigindo a ação de mecanismos para que a dissipação de calor aconteça. Um destes mecanismos é aumento da frequência respiratória, que, apesar de contribuir para a dissipação térmica do animal, eleva o gasto de energia que poderia ser utilizada para a produção.

Para Curtis (1983), o conforto térmico é caracterizado pela sensação de bem-estar ocasionada por um ambiente adequado em função de sua temperatura, umidade, circulação de ar e trocas radiantes num instante considerado.

Costa (1982) afirma que a temperatura interna de uma edificação deve-se a alguns fatores, como: a insolação sobre a superfície de cobertura durante o dia; o calor gerado por animais em trocas térmicas por transferência de calor; as trocas térmicas de aquecimento (de dia) ou esfriamento (à noite).

A temperatura do ar é a principal variável do conforto térmico. A sensação de conforto baseia-se na perda de calor do corpo pelo gradiente de temperatura entre o animal e o ambiente, por meio dos mecanismos termorreguladores. O calor endógeno é produzido pelo metabolismo e sua eficiência de perda é menor em temperaturas elevadas do que em temperaturas mais baixas (LAMBERTS, 2005).

Alta temperatura associada à umidade do ar elevada afeta negativamente a temperatura retal e a frequência respiratória, causando estresse calórico e contribuindo ainda mais para o baixo desempenho do rebanho leiteiro (FARIA et al., 2008; MAGALHÃES; TAKIGAWA; TAVARES, 1998).

O estresse por calor é um dos principais limitantes na produção de bovinos em clima quente, devido às mudanças drásticas que ocorrem nas funções biológicas do animal, acarretando perdas consideráveis na produção (ABLAS, 2002; SOUZA, 2007). O estresse térmico causa redução do crescimento, diminuição da produção, baixa eficiência reprodutiva e o aparecimento de doenças nos animais (KADZERE et al., 2002; SILANIKOVE, 2000; TITTO et al., 1999).

Abi Saab e Sleiman (1995) relatam que os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados pelas variáveis fisiológicas, (frequência respiratória e temperatura corporal). Em períodos quentes os animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor (BACCARI JÚNIOR, 2001).

Segundo Matarazzo (2004), o aumento da frequência respiratória por períodos longos causa prejuízos ao organismo animal, tais como: redução no consumo de forragens, produção de calor endógeno adicional devido ao exercício da ofegação e desvio de energia para outros processos metabólicos.

Hahn, Parkhurst e Gaughan (1997) relatam que valores de frequência respiratória de 60 movimentos por minuto indicam ausência de estresse térmico

para as vacas. Acima de 120 movimentos por minuto expressam taxa excessiva de calor, sendo que acima de 160 movimentos por minuto, há a indicação que medidas de emergência devem ser tomadas para reduzir a taxa de calor.

Por meio das alterações fisiológicas, é possível avaliar se o animal está em condições de estresse calórico. O primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico é o aumento da frequência respiratória seguida pelo o aumento da temperatura retal, quando isso ocorre é sinal que os mecanismos de liberação de calor se tornaram insuficientes (MARTELLO et al., 2004). Segundo Baccari Júnior (2001), a temperatura da pele depende das condições de temperatura ambiente, umidade e características fisiológicas como vascularização e evaporação do suor. A troca de calor pela pele depende do gradiente de temperatura entre esta e o ar (BERMAN et al., 1985).

Alguns índices de conforto térmico são usados para avaliar o nível de conforto dos animais em relação às condições ambientais. O índice de conforto mais usado é o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Entretanto, Silva (2000) afirma que esse índice é utilizado para avaliar o ambiente e não demonstra diferenças para animais mantidos em interiores. Buffington et al. (1981) propuseram uma alteração no ITU, que denominaram de Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU), como um indicador mais indicado para vacas leiteiras em ambientes tropicais, uma vez que leva em conta a temperatura do ar, temperatura radiante e velocidade do vento.

O termômetro de globo negro é um dos instrumentos para determinação da carga térmica radiante, que é a quantidade total de energia térmica trocada entre um indivíduo e o meio ambiente, cuja temperatura em graus Celsius indicada provê uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante procedente do meio ambiente em todas as direções possíveis (SILVA, 2000).

De acordo com Buffington et al. (1981), o ITGU é expresso pela equação:

$$\text{ITGU} = T_{\text{gn}} + 0,36 T_{\text{po}} - 330,08 \quad (1)$$

em que,

$T_{\text{gn}}$  é a temperatura do globo negro (K);

$T_{\text{po}}$  é a temperatura do ponto de orvalho (K);

Baêta e Souza (2010) informam que o National Weather Service (1984) estabeleceu as seguintes faixas para o ITGU: até 74 indica condição de conforto para os bovinos; entre 75 e 78 a situação é de alerta; 79 a 84 ela caracteriza perigo; e acima de 84 depara-se como situação de emergência respectivamente.

Alguns autores fazem referência a outro indicador de conforto térmico denominado Carga Térmica de Radiação (CTR). Este leva em consideração a radiação total recebida pelo animal de todo o espaço circundante, uma vez que, a radiação constitui um dos mais importantes fatores térmicos que influenciam no bem-estar do animal.

Silva, Ghelfi Filho e Consiglero (1990) afirmam que as instalações devem diminuir o balanço de energia entre o animal e o meio, até um limite de otimização.

## **2.2 Bem-estar**

Durante a história da humanidade, observa-se a interação do homem com os animais, e a idéia por parte de segmentos da sociedade, de que os animais têm sentimento, faz com que aumente o interesse da população em evitar o sofrimento dos animais (MOLENTO, 2007).

O conceito de bem-estar animal refere-se a uma boa ou satisfatória qualidade de vida que envolve determinados aspectos referentes ao animal, tal como a saúde, a felicidade e a longevidade (TANNENBAUM, 1991).

O bem-estar animal como ciência é uma abordagem recente, uma vez que estes estudos vêm ocorrendo apenas há três décadas na área acadêmica (MOLENTO, 2007).

No entanto, há diversas opiniões sobre o que é mais importante para se obter essa qualidade de vida. A partir de um consenso entre os cientistas e o público em geral, se estabeleceram “as cinco liberdades dos animais”, teoria criada pelo professor inglês John Webster e divulgada pelo *Farm Animal Welfare Council* (FAWC), expressa da seguinte maneira: o animal deve ser livre de fome e de sede; livre de desconforto; livre de dor, lesões ou doença; livre para expressar os seus comportamentos naturais; livre de medo e aflição (SERRANO, 2003).

A ciência do bem-estar animal surgiu como um mecanismo para o homem rever as práticas adotadas dentro da produção animal, através da mensuração das necessidades e estados de bem-estar. A identificação de problemas que geram sofrimento e dor aos animais indica necessidade de mudanças de padrões que não assumam compromisso, respeito e ética em relação aos animais (RAMOS, 2006).

O bem estar animal pode ser definido como um estado de completa saúde física e mental, em que o animal está em harmonia com o ambiente que o rodeia (BROOM, 1991).

O bem-estar é avaliado por meio de indicadores fisiológicos e comportamentais. Alterações fisiológicas estão sendo associadas ao estresse, pois quando o estresse aumenta o bem-estar animal diminui (PERISSINOTTO; MOURA; CRUZ, 2007).

Broom e Johson (1993) definem critérios de avaliação e indicadores do bem-estar. Os critérios de avaliação seriam medidos por testes de esquiva e preferência. Colocam, ainda, que para avaliar o bem-estar de um indivíduo, é necessário haver um bom conhecimento da biologia do animal para chegar ao grau de bem-estar correto.

Broom e Molento (2004) verificaram que alguns sinais de bem-estar precário podem ser evidenciados por mensurações fisiológicas, por meio da observação do aumento de frequência cardíaca, por exemplo. Comportamentos anormais, tais como automutilação e excessiva agressividade, entre outros, bem como doença, ferimento, dificuldades locomotoras e anormalidades de crescimento, podem indicar que há um baixo grau de bem-estar.

De acordo com Hölzel e Machado Filho (2004), o animal pode estar em ótimas condições físicas, estar saudável e bem nutrido, mas com desconforto mental.

A qualidade de vida de animais de alta produção confinados depende dos cuidados atribuídos a eles. Este fato transformou-se em assunto de interesse na sociedade, e é discutido em termos de bem-estar animal (RODRIGUES, 2006).

A avaliação do bem estar animal começou a ganhar ênfase não somente pelo bem estar propriamente dito, mas também pelo interesse econômico e público sobre como os animais são criados. Público este composto por consumidores, críticos sociais e produtores (FRASER, 1999).

O conceito de bem-estar animal está diretamente associado às condições de qualidade de vida, tendo relação direta com a qualidade da carne e do leite (PARANHOS DA COSTA et al., 2002).

### 2.3 Comportamento animal

Na busca pela alta produtividade, os meios técnicos e científicos têm dado maior atenção para as áreas de nutrição, melhoramento genético e reprodução, em detrimento de aspectos essenciais que envolvem o comportamento e a fisiologia dos bovinos (PARANHOS DA COSTA et al., 2002).

O estudo do comportamento assume papel importante dentro da produção animal. A etologia pode mostrar o caminho para a racionalização da criação animal, principalmente em sistemas intensivos de produção (PARANHOS DA COSTA, 1987).

As alterações do comportamento característico dos animais podem evidenciar uma situação de estresse (PIRES, 1998).

Segundo Pereira, Naas e Romanini (2005), a dificuldade de medir as variáveis fisiológicas em condições de campo, faz com que se dê atenção para informações como o comportamento aos animais, já que este é fortemente influenciado pelo ambiente em que o animal vive.

O comportamento é um indicador do bem-estar das vacas leiteiras (BOND et al., 2012). Castro et al. (2011) complementam que conforto animal pode ser medido por métodos não invasivos, como a avaliação do comportamento.

Damasceno e Targa (1997) relatam que para animais mantidos em regime de confinamento, o estudo do comportamento animal é de grande importância, principalmente na exploração leiteira em algumas regiões do país. A produtividade das vacas em lactação pode ser adversamente afetada pelo desconforto (PIRES, 1997).

As atividades comportamentais dos bovinos estudadas com maior ênfase são: consumo de alimentos, ruminação, ócio e procura por água (CAMARGO, 1988).

O padrão de procura de alimento por bovinos leiteiros é bem característico, tendo uma alimentação sincronizada com o horário de ordenha. Fraser e Broom (1990) relataram que vacas estabuladas passam em torno de 5 horas comendo, com ritmo diurno de alimentação. Pires, Vilela e Alvim (2001), comparando animais em confinamento e em pastejo, encontraram, em média, 4,6 e 6,2 horas respectivamente, em cada ambiente.

De acordo com Albright e Stricklin (1989), quando as vacas estão ruminando, sejam deitadas ou em pé, ficam quietas, relaxadas, com a cabeça para baixo e com as pálpebras semicerradas, expressando conforto.

A ruminação é a atividade que envolve a regurgitação, a mastigação e a passagem do alimento previamente ingerido, para o interior do rúmen. Para os bovinos os estímulos da ruminação permitem o descanso fisiológico e a recuperação física (ALBRIGHT; STRICKLIN, 1989).

O tempo total de ruminação pode variar de quatro a nove horas, sendo dividido em períodos com duração de minutos a uma hora ou mais (FRASER; BROOM, 1990). No inverno, a percentagem de vacas ruminando é maior do que no verão (PIRES, 1997).

Damasceno, Baccari Júnior e Targa (1998) depreenderam que as vacas preferem ruminar deitadas, com o peito junto ao solo. Porém, em temperaturas elevadas, os animais passam a ruminar mais tempo em pé, para facilitar a dissipação de calor para o meio.

Pires et al. (1999), trabalhando com vacas holandesas, encontraram tempos médios de alimentação de 5,17 e 4,42 horas por dia, respectivamente, para o verão e inverno e tempos médios de 7,33 e 7,92 horas, gastos com ruminação, para o verão e inverno.

Pires (1997), trabalhando com vacas holandesas confinadas em *free-stall*, encontrou um tempo de ruminação no inverno de 7 h e 55 min, enquanto no verão constatou o tempo de 7 h e 20 min nesta atividade. Relatou ainda que nos períodos mais quentes do ano, os animais fizeram uso de mecanismos como redução dos tempos de alimentação e ruminação e aumento no tempo de ócio para diminuir a produção de calor metabólico, como também o aumento no tempo em pé, para facilitar na dissipação do calor para o meio.

O ócio pode ser definido como o período em que o animal não está comendo, ruminando ou ingerindo água, pode apresentar duração média de 10 horas diárias, com variações entre 9 e 12 horas por dia (ORR et al., 2001).

Pires (1997) observou maior tempo de ócio em vacas holandesas durante o verão (10 h e 35 min) que no inverno (9 h e 23 min), sobrando um menor tempo para outras atividades (alimentação, ruminação).

Uma mudança de comportamento associada à carga de calor que pode ser citada, é um aumento no tempo gasto em pé (OVERTON et al., 2002). Bewley et al. (2009) sugeriram que as vacas passam mais tempo em pé para aumentar a perda de calor por meio do aumento da quantidade de pele exposta ao fluxo de ar ou vento.

O consumo de água ocorre principalmente nas primeiras horas da manhã e no final da tarde, porém, a condição ambiental pode exercer importante influência nesse comportamento (DAMASCENO; BACCARI JÚNIOR; TARGA, 1999).

## **2.4 Instalações**

As instalações têm por objetivo oferecer conforto ao animal, permitindo que ele expresse seu potencial de produção. Devem ser construídas e planejadas com a finalidade principal de diminuir a ação direta do clima (insolação,

temperatura, ventos, chuva e umidade do ar), que pode agir negativamente nos animais (NÃÃS; SOUZA, 2003; SEVEGNANI; GHELFI FILHO; SILVA, 1994). Em climas frios, as construções mais bem adaptadas são àquelas que mantêm temperatura e umidade ideais e promovem a ventilação do ar (OTTERBY; LINN, 1981).

Quintiliano e Paranhos da Costa (2006) afirmam que instalações adequadas e conservadas são fundamentais para garantir o bem-estar de bovinos confinados. Instalações adequadas favorecem a eficiência alimentar, a produtividade, o desenvolvimento dos animais, o controle de enfermidades e de parasitas.

Abreu, Abreu e Costa (2001) comentam que os materiais a serem utilizados na construção das edificações devem ter características térmicas adequadas para que o ambiente interno seja menos susceptível à variação climática.

Segundo Ghelfi Filho et al. (1992), os fatores que interferem na modificação nas condições climáticas das instalações são as paredes, altura do pé-direito, piso e principalmente o material de cobertura, que recebe toda a radiação solar incidente e é o maior responsável pelo microclima gerado no interior da construção. Nããs (1994) informa que o telhado recebe a radiação solar e a transmite para o interior da instalação. O fator mais importante é a quantidade dessa radiação que chega até os animais, a qual é determinada pelo tipo de material de cobertura ou pela presença de um isolante térmico abaixo da mesma.

Quando se pretende confinar animais, as opções mais difundidas são instalações do tipo *loose-housing* e do tipo *free-stall*. No sistema *loose-housing*, é construído um galpão de sombreamento para repouso coletivo, dotado de cama. No sistema *free-stall*, os animais são dispostos lado-a-lado em baias individuais, com acesso livre, dotadas de dimensões favoráveis para o conforto e

proporcionando maior facilidade de limpeza aos animais (CAMPOS; KLOSOWSKI; CAMPOS, 2011).

## **2.5 Materiais para recobrimento de camas**

O material ideal para cama deve ser confortável, higiênico e durável, ter baixo custo e minimizar a necessidade de mão-de-obra (NATZKE; BRAY; EVERETT, 1982).

A superfície onde o animal se deita, é fonte potencial de desconforto térmico e físico e, conseqüentemente, de traumatismo e doenças infecciosas (BROOM, 1991). A duração total em que o animal permanece deitado por dia pode ser usado como uma medida de conforto da vaca (HALEY; PASSILE; RUSHEN, 2001).

A superfície das baias deve oferecer conforto, garantindo que a vaca permaneça tempo de repouso suficiente para o bem-estar e produção. Vacas preferem deitar-se sobre superfícies macias (NORRING et al., 2008; TUCKER; ROGES; SCHUTZ, 2008).

É importante para o bem-estar do animal, oferecer uma superfície limpa, seca e confortável para que as vacas possam descansar, já que elas permanecem aproximadamente 12 horas por dia deitadas sobre essa superfície, em repouso (HALEY; PASSILE; RUSHEN, 2001).

Segundo Natzke, Bray e Everett (1982), camas tradicionalmente usadas como terra, areia, cepilho, serragem, capim seco, palha de café, esterco seco ou desidratado e outras, embora sejam preferidas pelos animais, exigem contínuo trabalho de reposição, aumentando os custos despendidos em material e mão-de-obra. Além disso, pode dificultar o manejo do esterco, originar problemas sanitários como mastites, lesões no casco ou jarrete (BARNES, 1989). A indisponibilidade de alguns materiais ao longo do ano forçou a busca por

materiais substitutivos, permanentes ou semipermanentes, que pudessem ser utilizados como cama para baias de galpões *free-stall* (NATZKE; BRAY; EVERETT, 1982).

Nos sistemas *free-stall* o tempo que as vacas permanecem deitadas depende, entre outras coisas, do tipo de material da cama fornecida (NORRING et al., 2008). Alguns autores consideram que a cama de areia seja mais usada como material de cama por ser de origem inorgânica, apresentar higiene razoável aos animais e ter vantagens relacionadas com a saúde de vaca (COOK, 2003; ESPEJO; ENDRES; SALFER, 2006; NORRING et al., 2008). Materiais de compostagem como a palha misturada com esterco são promissores, sendo utilizados em muitas fazendas de gado leiteiro em todo o mundo (ENDRES; BARBERG, 2007).

Cama de palha aumenta o isolamento térmico em baias (TUYTTENS, 2005), porém patógenos causadores de mastite se proliferam em palha e serragem (WARD et al., 2002; ZDANOWICZ et al., 2004), o que levou a um aumento da popularidade da areia como material de cama, por ser econômico, facilitar a limpeza, propiciar vantagens para a saúde dos animais e evitar lesões de jarrete e casco (COOK, 2003; ESPEJO et al., 2006; NORRING et al., 2008).

Conforme já mencionado, as vacas preferem deitar-se em camas macias (HERLIN, 1997). Tucker, Weary e Fraser (2003) e Tuyttens (2005) relatam que a suavidade da cama depende da quantidade e qualidade do material utilizado. Tuyttens (2005) e Zdaniwicz et al. (2004) consideram que a cama de palha melhora o isolamento da superfície e assegura o nível necessário de conforto e mantém vacas secas e limpas.

Manninen et al. (2002) afirmam que adição de palha sob a areia aumentou sua utilização em relação aos tapetes de borracha. Já Norring et al. (2010) afirmam que quando uma pequena quantidade de palha era disponibilizada sob o tapete de borracha a preferência do animal em deitar-se na

cama aumentou, esse fato indicava que os tapetes eram confortáveis para as vacas em comparação com bases de concreto e areia.

De acordo com Tucker, Roges e Schutz (2008), as propriedades de isolamento e a maciez da palha influenciaram na preferência das vacas por esse material. O uso da cama de areia resultou em menor índice de lesões nos jarretes e cascos (ESPEJO et al., 2006; NORRING et al., 2008).

Rushen, Haley e Passillé (2007) observaram que as vacas tendem a descansar mais em baias com tapete de borracha sobre concreto. De acordo com estudos de Norring et al. (2010) e O'Connell e Meaney (1997), as vacas preferiam tapetes de borracha sobre concreto com adição de palha ou serragem sobre o tapete. Entretanto, Herlin (1997) constatou que o tempo de repouso foi maior em baias com tapetes de borracha.

A adição de uma pequena quantidade de palha, sobre tapetes de borracha favoreceu o conforto da vaca em edifícios sem aquecimento, possivelmente a camada de ar de baixo do tapete de borracha melhorou as propriedades térmicas do material (NORRING et al., 2010).

Calamari, Calegari e Stefanini (2009), ao testarem quatro diferentes tipos de cama (palha, tapete de borracha, colchão, e areia), observaram que os animais permaneceram mais tempo deitados sobre superfícies macias, como a areia ou palha.

O material de cama é um fator ambiental importante, pois permite que a vaca leiteira permaneça sob maior ou menor exposição bacteriana (HOGAN; SMITH, 1998). Acredita-se que o crescimento bacteriano em diversos materiais de cama esteja relacionado à umidade, temperatura, pH, e o manejo da cama (GODDEN et al., 2008).

A utilização de esterco seco como material de cama está aumentando, devido o aumento do preço e a indisponibilidade de fontes de cama comuns (HUSFELDT, 2011). Entretanto, a população de bactérias em camas de

materiais orgânicos, aumenta entre 24 a 48 horas após a colocação da cama na baia (HOGAN; SMITH, 1998).

Kristula et al. (2008) aplicaram diferentes materiais (cal hidratada, condicionador ácido comercial, cinzas de carvão, aparas de madeira seca em estufa e controle sem material) sobre colchões de borracha, visando à redução das bactérias causadoras de mastite. Após contagem bacteriana (*coliformes*, *Klebsiella spp.*, *Escherichia coli* e *Streptococcus spp*) dos cinco materiais e das extremidades dos têtos, foi observado que o único tratamento que reduziu significativamente a quantidade de bactérias, foi o colchão com cal hidratada. Entretanto, causou algumas irritações na pele dos animais.

### **3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Tendo em vista que as variáveis ambientais e as instalações como fontes de estresse podem reduzir o conforto e bem-estar dos animais e, conseqüentemente a produção de leite, o estudo do comportamento mostra-se como uma ferramenta interessante para a avaliação do estresse sofrido pelo animal.

O tempo em que a vaca permanece deitada é importante para o descanso, para a ruminação, e manutenção da integridade dos cascos entre outros. É necessário que o material usado como cama seja confortável, higiênico e de preferência durável, por isso a busca por novos materiais para revestimento de baias que garanta o conforto, bem estar e saúde do animal é tão importante.

Assim, trabalhos que venham a avaliar o bem estar e as condições sanitárias de diferentes materiais de cama a serem empregados em instalações de confinamento para bovinos, são de suma importância para o fornecimento de subsídios técnicos e científicos para a tomada de decisões nos projetos para atividade leiteira ou readequação de instalações.

## REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F. T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p. 55-59, 1995.
- ABLAS, D. S. **Comportamentos de búfalos a pasto frente à disponibilidade de sombra e água para imersão no Sudeste do Brasil**. 2002. 70 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.
- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COSTA, O. A. D. Avaliação de coberturas de cabanas de maternidade em sistemas intensivo de suínos criados a ar livre (Siscal), no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 1728-1734, nov./dez. 2001.
- ALBRIGHT, J. L.; STRICKLIN, W. R. Recent developments in the provision for cattle welfare. In: PHILLIPS, C. J. C. (Ed.). **New techniques in cattle production**. London: Butterworths, 1989. p. 149-160.
- ALMEIDA, G. L. P. et al. Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 12, p. 1337-1344, dez. 2010.
- ARCARO JÚNIOR, I. et al. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 350-354, 2003.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. 142 p.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais conforto térmico**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 269 p.
- BARNES, M. M. Update on dairy cow housing with particular reference to flooring. **British Veterinary Journal**, London, v. 145, n. 5, p. 436-455, 1989.
- BERMAN, A. et al. Upper critical temperature and forced ventilation effects of high yielding dairy cows in a tropical climate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 6, p. 1488-1495, 1985.

BEWLEY, J. M. et al. Influence of milk yield, stage of lactation, and body condition on dairy cattle lying behaviour measured using an automated activity monitoring sensor. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 76, n. 1, p. 1-6, Jan. 2009.

BOND, G. B. et al. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1286-1293, jul. 2012.

BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69, n. 10, p. 4167-4175, 1991.

BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. **Stress an animal welfare**. London: Chapman and Hall, 1993. 211 p.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas: revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

BUFFINGTON, D. E. et al. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CALAMARI, L.; CALEGARI, F.; STEFANINI, L. Effect of different free stall surfaces on behavioural, productive and metabolic parameters in dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, London, v. 120, n. 1, p. 9-17, Aug. 2009.

CAMARGO, A. C. **Comportamento de vacas de raça holandesa em um confinamento do tipo "free-stall" no Brasil Central**. 1988. 146 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1988.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T. de. **Construções para gado de leite**: instalações para novilhas. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/artigos/zootecnia/constleite/index.htm>>. Acesso em: 24 set. 2011.

CASTRO, J. O. et al. Uso de ardósia na construção de celas de maternidade: I, efeito sobre o ambiente e comportamento de suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 458-467, maio/jun. 2011.

COOK, N. B. Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schamburg, v. 223, n. 9, p. 1324-1328, Sept. 2003.

COSTA, E. C. **Arquitetura ecológica**: condicionamento térmico natural. São Paulo: E. Blucher, 1982. 264 p.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 454 p.

CURY, A. J. **Nunca desista dos seus sonhos**. Rio de Janeiro: Sextante, 2004. 155 p.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University, 1983. 409 p.

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

\_\_\_\_\_. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 595-602, maio/jun. 1998.

DAMASCENO, J. C.; TARGA, L. A. Definição de variáveis climáticas na determinação da resposta de vacas holandesas em um sistema “free-stall”. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 12, n. 2, p. 12-25, 1997.

ENDRES, M. I.; BARBERG, A. E. Behavior of dairy Cows in an alternative bedded-pack housing system. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 9, p. 4192-4200, Sept. 2007.

ESPEJO, L. A.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A. Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in free-stall barns in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 8, p. 3052-3058, Aug. 2006.

FARIA, F. F. et al. Viabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2498-2505, dez. 2008.

- FEITOSA, A. N. **Manejo nutricional de gado de leite submetido em condições de estresse calórico**. 2005. 26 p. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2005.
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2005. 371 p.
- FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3<sup>rd</sup> ed. London: Bailliere Tindall, 1990. 437 p.
- FRASER, D. Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures. **Applied Animal Behavior Science**, Vancouver, v. 65, n. 3, p. 71-89, 1999.
- GHELFI FILHO, H. et al. Índices de conforto térmico da CTR para diferentes materiais de cobertura em três estações do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. p. 94-110.
- GODDEN, S. et al. Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 1, p. 151-159, Jan. 2008.
- HAHN, G. L.; PARKHURST, A. M.; GAUGHAN, J. B. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. **Transactions of American Society of Agricultural Engineering**, Saint Joseph, v. 40, n. 1, p. 97-121, 1997.
- HALEY, D.; PASSILE, A. M.; RUSHEN, J. Assessing cow comfort: effects of two floor types and two tie stall designs on the behavior of lactating dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, London, v. 71, n. 2, p. 105-117, Apr. 2001.
- HARDY, R. N. **Temperatura e vida animal**. São Paulo: EDUSP, 1981. 56 p.
- HEAD, H. H. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEIOLOGIA, 2., 1995, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBBiomet, 1995. p. 26-68.
- HERLIN, A. H. Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene and lying down behaviour. **Swedish Journal of Agricultural Research**, Oslo, v. 27, p. 189-196, 1997.

HOGAN, J. S.; SMITH, K. L. **Risk factors associated with environmental mastitis**. Ames: The Ohio State University, 1998. Disponível em: <<http://www.nmconline.org/articles/riskfactors.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2011.

HÖLZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Revista de Etologia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 3, 2004.

HUBER, J. T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Bovinocultura leiteira**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 33-48.

HUSFELDT, A. W. **Investigation of recycled manure solids as freestall bedding for dairy cows in the midwest**. 2011. 121 p. Thesis (Ph.D. in Crop Science) - University of Minnesota, Minnesota, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Efetivo nacional de bovinos cresce 1,5% em 2009**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1761&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1761&id_pagina=1)>. Acesso em: 12 ago. 2011.

\_\_\_\_\_. **Indicadores IBGE: estatística da produção pecuária, junho 2012**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagrropecuaria/abate-leite-couro-ovos\\_201201\\_publ\\_completa.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagrropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201201_publ_completa.pdf)>. Acesso em: 5 jul. 2012.

KADZERE, C. T. et al. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 59-91, 2002.

KRISTULA, A. et al. Evaluation of free-stall mattress bedding treatments to reduce mastitis bacterial growth. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 5, p. 1885-1892, May 2008.

LAMBERTS, R. **Desempenho térmico de edificações**. Santa Catarina: UFSC, 2005. Disponível em: <<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/147.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2011.

MAGALHÃES, J. A.; TAKIGAWA, R. M.; TAVARES, A. C. Determinação da tolerância de bovinos e bubalinos ao calor do trópico úmido. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1998. p. 70-72.

MANNINEN, E. et al. Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. **Applied Animal Behaviour Science**, London, v. 75, n. 4, p. 281-292, 2002.

MARTELLO, L. S. et al. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 181-191, jan./fev. 2004.

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo *free-stall* para vacas em lactação**. 2004. 143 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2004.

MCFARLAND, D. **Animal behaviour: psychobiology, ethology and evolution**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Prentice Hall, 1999. 307 p.

MILKPOINT. **MilkPoint**: resultado top 100 2012: base 2011. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/top100/final/2012/>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: qual é a novidade? **Acta Scientiae Veterinariae**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 224-226, 2007.

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

NÃÃS, I. A. Aspectos físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1., 1994, Santos. **Anais...** Santos: Facta, 1994. p. 111-118.

NÃÃS, I. A.; SOUZA, S. R. L. Desafios para a produção de leite nos trópicos: conforto térmico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Uberaba. **Anais...** Uberaba: FAZU, 2003. p. 64-74.

NATIONAL WEATHER SERVICE. **Heat stress index, AKA apparent temperature technical attachment**. Washington, 1984. 84 p.

NATZKE, R. P.; BRAY, D. R.; EVERETT, R. W. Cow preference or free stall surface material. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 1, p. 146-153, Jan. 1982.

NORRING, M. et al. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 2, p. 570-576, Feb. 2008.

\_\_\_\_\_. Preferences of dairy cows for three stall surface materials with small amounts of bedding. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 1, p. 70-74, Jan. 2010.

O'CONNELL, J. M.; MEANEY, W. J. Comparison of shredded newspaper and sawdust bedding for dairy cows: behavioural, clinical and economic parameters. **Irish Veterinary Journal**, Dublin, v. 50, n. 3, p. 167-170, 1997.

ORR, R. J. S. et al. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 56, n. 35, p. 352-361, 2001.

OTTERBY, D. R.; LINN, J. C. Advances in nutrition and management of calves and heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p. 1365-1377, 1981.

OVERTON, M. W. et al. Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 9, p. 2407-2413, Sept. 2002.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, São Paulo, v. 18, p. 26-42, 2000.

\_\_\_\_\_. Comportamento dos animais de fazenda: reflexos na produtividade. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 5., 1987, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1987. p. 159-168.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. et al. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 20., 2002, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Etologia, 2002. p. 71-89.

PEREIRA, D. F.; NAAS, I. A.; ROMANINI, C. E. B. Welfare pointers in function of behavior reactions of broiler breeders. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 308-314, 2005.

PERISSINOTTO, M. et al. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, ago. 2009.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 30, n. 1, p. 135-142, jan. 2007.

PIRES, M. de F. A. **Comportamento, parâmetros fisiológicos e reprodutivos de fêmeas da raça Holandesa confinadas em *free-stall*, durante o verão e inverno**. 1997. 151 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

\_\_\_\_\_. Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 68-102.

PIRES, M. de F. A. et al. Comportamento de vacas holandesas confinadas em *free-stall*, durante o verão e o inverno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gmosis, 1999. 1 CD-ROM.

PIRES, M. de F. A.; VILELA, D.; ALVIM, M. J. **Comportamento alimentar de vacas holandesas em sistemas de pastagens ou em confinamento**. Sete Lagoas: EMBRAPA Gado de Leite, 2001. 2 p. (Boletim Técnico, 2).

QUINTILIANO, M. H. E.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Manejo racional de bovinos de corte em confinamentos: produtividade e bem-estar animal. In: SIMPÓSIO DO NÚCLEO DE ESTUDOS EM BOVINOCULTURA, 4., 2006, Seropédica. **Anais...** Seropédica: UFRRJ, 2006. 1 CD-ROM.

RAMOS, J. B. Bem estar animal: a ciência de respeito aos animais. **Informativo do Instituto Ecológico Aqualung**, Rio de Janeiro, ano 12, n. 68, p. 4-5, jul./ago. 2006.

RODRIGUES, C. V. **Distribuição espacial de bem-estar de aves poedeiras em condições de estresse e conforto térmico utilizando Visão Computacional e Inteligência Artificial**. 2006. 101 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba 2006.

- RUSHEN, J.; HALEY, D.; PASSILLÉ, A. M. Effect of softer flooring in tie stalls on resting behavior and leg injuries of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 8, p. 3647-3651, Aug. 2007.
- SERRANO, P. R. Bienestar animal: concepto y valoración. In: RECUERDA, P.; MOYANO, R.; CASTRO, F. (Ed.). **Bienestar animal: experimentación, producción, compañía y zoológicos**. Córdoba: Universitaria Córdoba, 2003. p. 3-8.
- SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 1-7, 1994.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 67, n. 1, p. 1-18, Jan. 2000.
- SILVA, I. J. O.; GHELFI FILHO, H.; CONSIGLERO, F. R. Materiais de cobertura para instalações animais. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 51-60, 1990.
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.
- SOUZA, B. B. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindí no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 883-888, maio/jun. 2007.
- SOUZA, S. R. L. et al. Análise do investimento em climatização para bovinos de leite. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 255-262, maio/ago. 2004.
- TANNENBAUM, J. Ethics and animal welfare: the inextricable connection. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 198, n. 8, p. 1360-1376, 1991.
- TITTO, E. A. L. et al. Estudo da tolerância ao calor em tourinhos das raças Marchigiana, Nelore e Simental. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 9., 1999, Porto. **Anais...** Porto: APEZ, 1999. p. 142.
- TUCKER, C. B.; ROGES, A.; SCHUTZ, R. Effect of solar radiation on dairy cattle behavior, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, London, v. 109, n. 2, p. 141-154, 2008.

TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; FRASER, D. Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 2, p. 521-529, Feb. 2003.

TUYTTENS, F. A. M. The importance of straw for pig and cattle welfare: a review. **Applied Animal Behaviour Science**, London, v. 92, n. 3, p. 261-282, Aug. 2005.

WARD, W. R. et al. Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. **Veterinary Record**, London, v. 151, n. 7, p. 199-206, 2002.

ZDANOWICZ, M. J. A. et al. Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 6, p. 1694-1701, June 2004.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**

**ARTIGO 1 Comparação de dois materiais de cama para instalações para  
bovinos de leite modelo *free-stall***

Artigo redigido conforme norma da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e  
Ambiental para submissão

## **Comparação de dois materiais de cama para instalações para bovinos de leite modelo *free-stall***

**Resumo:** Objetivou-se, com o presente trabalho, comparar o uso de cama de colchão de borracha e de areia no recobrimento da superfície de baias para confinamento tipo *free-stall*. Foram monitoradas 18 vacas holandesas confinadas em galpão modelo *free-stall* cujas baias foram recobertas com camas de areia e colchão de borracha (tratamentos). O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Os parâmetros comportamentais estudados foram os tempos despendidos nas atividades: deitada em ócio e deitada ruminando, em pé em ócio sobre a cama, em pé ruminando sobre a cama, registrados a cada 10 minutos. As variáveis ambientais e temperatura da superfície das camas foram registradas a cada hora. Houve maior preferência dos animais pela cama de areia para os comportamentos deitada em ócio e deitada ruminando. As vacas permaneceram mais tempo deitadas em cama de borracha somente nos períodos mais frescos (noite e madrugada), devido à temperatura da cama. A temperatura da borracha foi maior que areia nos horários mais quentes do dia (notadamente durante o período da tarde), enquanto que, à noite, se apresentou mais fria.

**Palavras-chave:** Comportamento, conforto, gado de leite, confinamento, construções rurais.

## **Comparison of two bed materials for dairy cattle free-stall model facilities**

**Abstract:** The present work aimed at comparing the use of rubber-crumbs and sand beds for surface covering of the stalls in a free-stall confinement system. Eighteen Holstein cows were confined and monitored in a free-stall installation in which the stalls were bedded with sand or rubber-crumbs mattresses (treatment). An experimental randomized blocks design was used. The studied behavior parameters were the time spent in the activities: lying in idleness and lying ruminating; standing in idleness on the bed; and standing ruminating on the bed, registered every 10 minutes. The environmental variables and temperature of the bed surfaces were registered every hour. A larger preference occurred for the sand bed for the behaviors lying in idleness and lying ruminating. The cows remained lying on the rubber-crumbs beds for a longer time frame only in the coolest periods (night and early morning), due to bed temperature. The temperature of the rubber was higher in the warmer periods of the day (notably during the afternoon), while, at night, it was cooler.

**Indexing terms:** Behavior, comfort, dairy cattle, confinement, rural buildings.

## INTRODUÇÃO

A qualidade de vida de animais confinados depende dos cuidados que lhe são atribuídos (Camerini & Nascimento, 2012) e do ambiente onde são alojados. Este ambiente exerce influência direta sobre o seu desempenho, interferindo positiva ou negativamente, dependendo do nível de conforto ou de estresse promovido por ele (Silva, 2000). O estresse está ligado a qualquer fator que cause tensão fisiológica ou psicológica ao indivíduo (Hausmann et al., 2007). A falta do bem-estar pode causar perdas econômicas consideráveis nas cadeias produtivas (Souza et al., 2007).

O animal expressa o estresse, por meio das alterações de alterações comportamentais e fisiológicas (Fisher et al., 2002). Por este fato o comportamento constitui-se em importante instrumento no diagnóstico de bem-estar animal (Bond et al., 2012). Nos últimos anos, a avaliação do conforto animal com métodos não invasivos vem ganhando destaque (Castro et al., 2011).

O confinamento de animais surgiu como uma alternativa para o aumento da produtividade, e com ele, novas oportunidades para manejar rebanhos leiteiros com maior conforto, mas como consequências surgiram novos problemas (Perissinotto et al., 2009). O material de cama pode ser considerado um desses problemas quando o mesmo não é adequado. Segundo Mitev et al. (2012), a cama deve ser confortável o suficiente para garantir um descanso e bem-estar adequado aos animais. As camas de areia são considerados higiênicas (Zdanowicz et al., 2004) econômicas e confortáveis (Cook, 2003). Baias com colchões de borracha são consideradas mais macias (Herlin, 1997).

Mitev et al. (2012) alegam que o material de cama determina grande influência sobre o tempo que o animal permanece deitado. Fregonesi et al. (2007) complementam que o teor de umidade na cama está relacionada com a permanência dos animais em descanso nas baias. Vacas leiteiras passam quase a metade de suas vidas deitadas, em média 12 a 14 horas dia<sup>-1</sup>. A redução no tempo de descanso dos animais pode resultar em alterações fisiológicas associadas com o estresse, com consequências sobre a saúde e a produção das vacas (Boone, 2009). Munksgaard et al. (2005) apontam que o descanso tem uma alta prioridade de tempo na fisiologia das vacas, uma vez que estas passam mais tempo em descanso do que se alimentando. Por outro lado, a alimentação pode afetar o tempo de descanso, o qual pode ser reduzido em dietas de baixo teor em concentrado (Nielsen et al., 2000).

O objetivo com o presente trabalho foi avaliar o comportamento (deitada ou em pé, ruminando ou em ócio) de vacas da raça holandesa mantidas em sistema *free-stall*, com acesso a camas de diferentes materiais (areia e borracha).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido nas instalações do Sistema Intensivo de Produção de Leite (SIPL), da Embrapa Gado de Leite, situado no Município de Coronel Pacheco, Zona da Mata de Minas Gerais, localizado à latitude de 21°33'22" Sul e à longitude de 43°06'15" Oeste, com altitude de 414 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, ou seja, clima quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e com verão quente e chuvoso.

O experimento foi realizado em galpão de confinamento modelo *free-stall*, com 37,1 m de comprimento, 36,0 m de largura, 7,0 m de altura, no centro, e 3,5 m de pé-direito, com capacidade para alojar 80 animais adultos, divididos em quatro lotes.

O galpão apresenta as seguintes características: abertura total nos quatro lados, pilares de concreto pré-fabricado, piso de concreto frisado, corredor central de alimentação medindo 4,5 m de largura, e corredor de manejo de 4,1 m (onde os animais são conduzidos para a sala de ordenha).

A cobertura é feita com telhas de cimento amianto, sendo a região da cumeeira descoberta, visando obter ventilação por efeito termossifão. Os oitões são fechados com telhas de cimento amianto, instaladas na posição vertical, com o objetivo de reduzir a incidência de radiação solar direta no interior da instalação.

Foram empregadas, ao todo, 20 camas individuais, divididas em dois grupos de 10 baias. Cada grupo foi recoberto com um tipo de material (areia ou colchão de borracha (figura 1)). A distribuição do tipo de cama nas baias foi feita de modo neutralizar os efeitos inerentes ao lado do galpão.

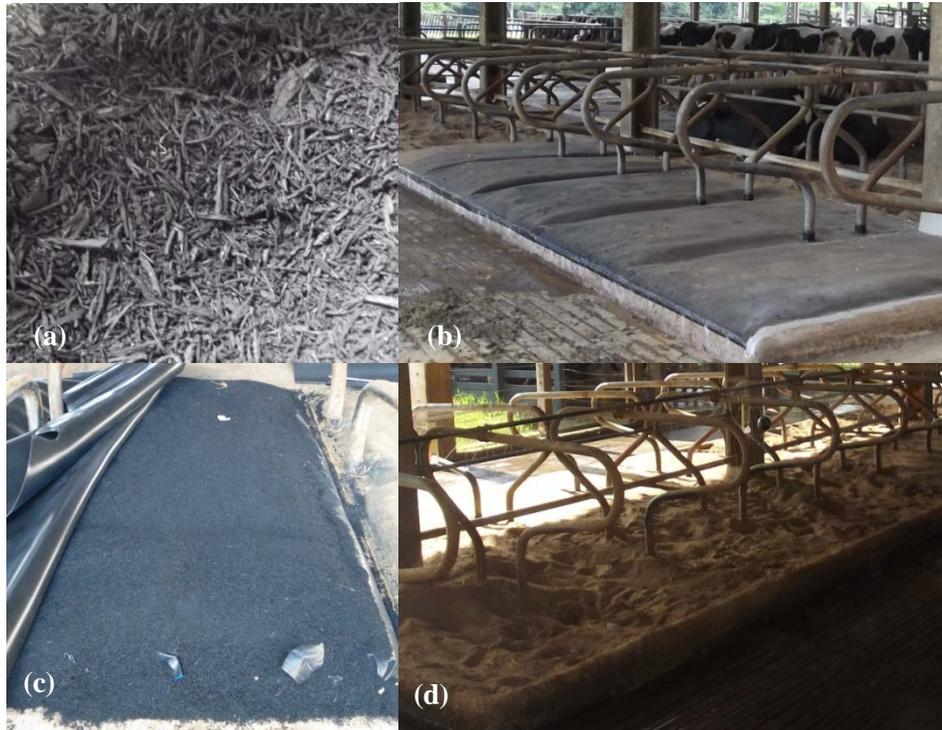


Figura 1. Borracha picada (a); camas de colchão de borracha (b); montagem da cama, com roletes recheados com borracha picada, entremeados com borracha (c); camas de areia (d)

As vacas tinham livre acesso às baias, e oportunidade de escolha de acordo com a preferência pela cama. As ordenhas eram realizadas três vezes ao dia, às 5 h e 30 m, 13 h e às 21 h, (em sala de ordenha modelo espinha de peixe, contígua ao *free-stall*).

Foram instalados em duas baias contíguas (um em cada lado da ala) a 70 cm de altura, conjuntos de termômetros de globos negros e termo-higrômetros (para a determinação da temperatura de bulbo seco e úmido) o mesmo conjunto foi instalado no solário. A velocidade do vento foi determinada por meio de anemômetro digital, da marca Icel Manaus,

modelo NA - 3090 (vazão), e precisão  $\pm 3\%$ . Estes dados do ambiente térmico foram coletados de hora em hora.

A temperatura das camas (areia e borracha) foi determinada a cada hora por meio de um termômetro de superfície, infravermelho, da marca Fluke modelo 62 Mini, com precisão de  $\pm 1\%$  da leitura.

Foi monitorado o comportamento de 18 vacas multíparas, de raça holandesa puras de origem, com produção média de  $29,2 \text{ kg dia}^{-1}$ , e peso médio de 560 kg. A alimentação volumosa era constituída de silagem de milho, e 2 kg de capim tifton picado com o intuito de aumentar a fibra e assim diminuir a incidência de acidose. O concentrado fornecido (13 kg) continha 22% de proteína bruta (PB) adicionado 100 g de bicarbonato de sódio. A água era disponível *ad libitum*.

As coletas de dados comportamentais e ambientais foram realizadas em períodos alternados de seis horas, com a seguinte distribuição: período da manhã das 6 h às 11 h e 50 min, período da tarde, das 12 h às 17h e 50 m, período da noite: das 18 h às 23 h e 50 min e período da madrugada, de 24 h às 5 h e 50 min. Foram feitas sete coletas para cada período citado, perfazendo o equivalente a 7 dias.

O comportamento dos animais foi avaliado utilizando o método de aferição visual, com observações a cada dez minutos. Foram anotados em planilha os seguintes comportamentos: deitada ruminando na cama de borracha (DRB), deitada ruminando na cama de areia (DRA), deitada em ócio na cama de borracha (DOB), deitada em ócio na cama de areia (DOA), em pé ruminando sobre a cama de borracha (ERB), em pé ócio sobre a cama de borracha (EOB), em pé ruminando sobre a cama de areia (ERA), em pé em ócio sobre a cama de areia (EOA).

A limpeza da instalação era feita diariamente, por meio da recirculação da água dos tanques do sistema de tratamento de dejetos.

A análise estatística dos dados comportamentais foi realizada em Software SAS®, por meio de delineamento em blocos casualizados, com sete repetições (dias) em um esquema fatorial 4 x 4 x 2 (4 períodos: manhã, tarde, noite e madrugada x 4 atividades: DO, DR, EO, ER x 2 camas: areia e borracha), sendo avaliados 18 animais, analisando o tempo médio das vacas em cada atividade. Para que as pressuposições da análise de variância em ambas fases fossem atendidas, utilizou-se como variável resposta a raiz quadrada do tempo. Para análise de variância, aplicou-se o teste F a 5%.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No período da manhã foi detectada maior preferência pelas camas de areia (Tabela 1). As vacas permaneceram mais tempo deitadas (no ócio e ruminando) na areia (84,04') que no colchão de borracha (63,97'). Quanto à posição em pé, não houve diferença na utilização das camas.

Já no período da tarde, independente da posição (em pé ou deitada), as vacas ficaram mais tempo na cama de areia, enquanto à noite esta preferência foi observada apenas enquanto estavam deitadas ruminando na areia (33,97') e no colchão de borracha (18,09') (Tabela 1).

Tabela 1. Média do tempo (minutos) despendido em cada atividade, para cada período

Período	Atividade	Cama	
		Areia	Borracha
Madrugada	DO	50,72 (2,50) a	51,51 (3,23) a
	DR	43,49 (2,80) a	41,35 (4,17) a
	EO	10,56 (1,11) a	11,27 (1,55) a
	ER	24,60 (2,52) a	21,35 (2,08) a
Manhã	DO	43,17 (3,35) a	29,05 (2,88) b
	DR	45,87 (3,26) a	34,92 (2,61) b
	EO	9,92 (1,28) a	12,22 (1,22) a
	ER	8,33 (1,45) a	11,90 (1,23) a
Tarde	DO	32,54 (1,88) a	30,16 (4,29) b
	DR	46,51 (3,17) a	37,62 (3,32) b
	EO	8,33 (0,90) a	8,81 (1,40) b
	ER	17,62 (1,36) a	18,17 (1,67) b
Noite	DO	27,62 (1,82) a	18,25 (1,00) a
	DR	33,97 (3,45) a	18,09 (2,43) b
	EO	5,71 (0,85) a	11,03 (1,25) a
	ER	5,55 (1,02) a	12,06 (1,03) a

Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais, pelo teste de F ( $P < 0,05$ ).

Durante a madrugada não houve diferença na utilização das camas. Do tempo total de observação, elas permaneceram 22% das vacas permaneceram deitadas em cama de areia e 25% em colchão de borracha, e nesta posição o tempo em ócio (50,72' e 51,51'), apresentou tendência de ser maior do que o tempo ruminando (43,49' e 41,35') nas camas de areia e borracha respectivamente (Tabela 1). Damasceno et al. (1999), trabalhando com camas de areia em *free-stall*, observaram preferência dos animais em ruminar deitados, principalmente nos períodos fora das horas mais quentes do dia, passando a ruminar mais tempo em pé durante períodos quentes, devido ao estresse pelo calor. Haley et al. (2001) relatam que o tempo total gasto deitadas e repousando, pode ser usado como um parâmetro para avaliação do conforto para as vacas. No

presente estudo, ficou evidenciado que a cama de areia proporciona maior conforto às vacas.

A preferência pela cama de areia identificada nesse trabalho pode estar relacionada também com a sanidade dos cascos, já que estudos de Cook (2003), Espejo et al. (2006), e Norring et al. (2008) sugerem que há maior preferência pelas vacas em usar baias com cama de areia, uma vez que este material provoca menor incômodo nos cascos. Fregonesi et al. (2007) relatam que camas permanentemente secas demonstraram características semelhantes a de lugares mais conhecidos pelos animais para deitarem-se, como pastagens ou campos. Essa semelhança também pode ter favorecido o uso da cama de areia.

Os resultados obtidos nesse trabalho se opõem àqueles relatados por Mitev et al. (2012) que, comparando três tipos de cama (tapete de borracha, esterco e palha), observaram preferência por baias com tapetes de borracha. Do mesmo modo, Norring et al. (2010), comparando camas recobertas com areia e tapetes de borracha e concreto, em temperaturas que variavam de -20 a 8 °C dentro da instalação, relatam que o tempo de repouso foi maior nas baias com tapetes de borracha. Rushen et al. (2007) observaram que as vacas tendem a descansar mais em tapete de borracha do que em baias com a base de concreto com adição de 0,5 kg de palha por baia, em instalações tipo *tie-stall*.

O tempo de permanência ER (em pé ruminando sobre a cama) e EO (em pé ócio sobre a cama) na areia (25,45') e no colchão de borracha (26,98') só diferiram estatisticamente no período da tarde (Tabela 1), período este em que os valores de ITGU estavam mais elevados, em comparação com os demais períodos (Figura 2).

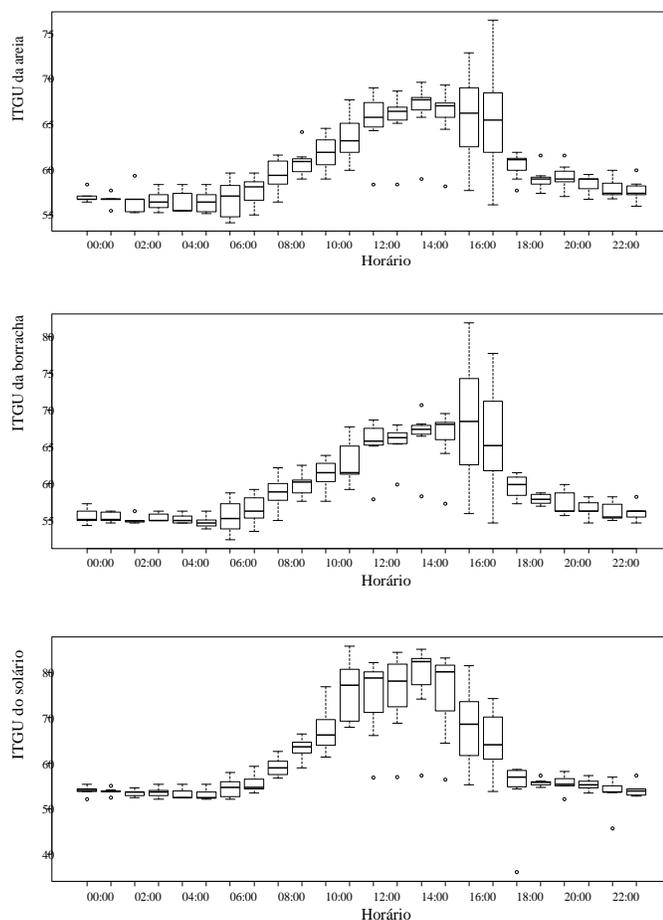


Figura 2. Valores de ITGU nas cama de areia, de borracha e no solário

O comportamento de ruminar com duas patas na cama, está ligado à sensação de desconforto animal, segundo Potter & Broom (1986), o que demonstra que nesse estudo a cama de borracha não estava agradável o suficiente para os animais permanecerem deitados, no período da tarde. As temperaturas registradas na superfície da cama de borracha foram altas neste período, o provavelmente gerou desconforto aos animais e estes

optavam por permanecer em pé com as patas sobre a cama. Mitev et al. (2012) esclarecem que antes de deitarem-se, as vacas geralmente repousam durante alguns minutos sobre o local escolhido para deitar.

### Temperatura das camas

À tarde, a temperatura média da cama de borracha foi mais elevada que aquela observada na cama de areia ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2). Já no período da madrugada observa-se o contrário, a cama de areia apresentou temperatura média mais alta.

Tabela 2. Valores médios da temperatura das camas de areia e borracha, para cada período

Período	Cama	
	Areia	Borracha
Madrugada	24,11 a	22,91 b
Manhã	25,88 a	26,17 a
Tarde	30,83 a	32,28 b
Noite	24,80 a	24,94 a

Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais, pelo F a 5%

Em dias de temperaturas mais altas, as camas apresentaram temperaturas superficiais elevadas, provavelmente devido à incidência de radiação direta e indireta sobre o material. No dia em que se observou o maior valor absoluto de ITGU (76,4 para areia e 81,9 para borracha, valores acima do índice de conforto estabelecido por *National Weather Service* (EUA), segundo Baêta & Souza (2010)), ocorreram também os maiores valores de temperatura superficial das camas, ou seja, 46,6 °C

para cama de areia, e 52 °C para cama de borracha. Estes valores ocorreram entre 15 às 16 horas.

Foi observado que a elevação da temperatura média das camas acompanhou o aumento da temperatura do ar ambiente, atingindo valores máximos entre 15 e 16 horas (Figura 3). A temperatura elevada à tarde fez com que os animais evitassem deitarem-se, ou aqueles que estivessem deitados permanecerem nesta atividade, em camas de material composto de borracha.

Pesquisas anteriores já haviam determinado que a temperatura ambiente circundante dentro de instalações *free-stall* afeta o comportamento das vacas. Wagner-Storch et al. (2003) observaram que a temperatura ambiente influencia diretamente no tempo gasto em cada comportamento em baias com diferentes materiais de recobrimento.

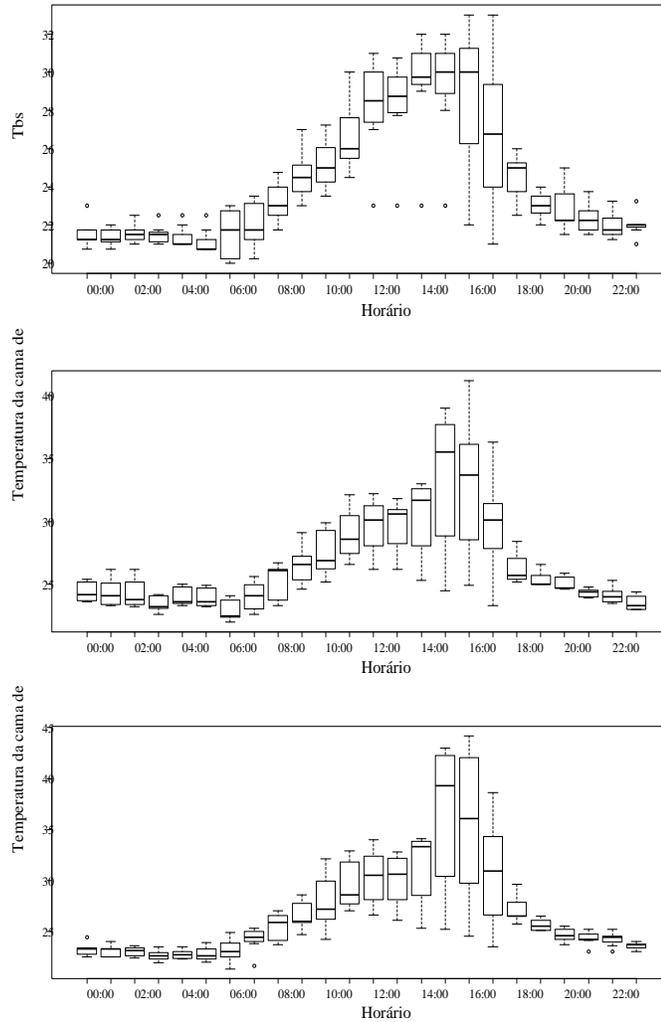


Figura 3. Temperaturas de bulbo seco (Tbs) no interior da instalação, Temperatura nas camas de areia e de borracha

Thoreson et al. (2000) relataram que durante o verão a taxa de ocupação em camas de areia foi maior em comparação a colchões e esteiras de borrachas. Os mesmos autores concluíram que a taxa de

ocupação das baias com cama de areia foi menor nos meses de inverno do que nos meses de verão. Wagner-Storch et al. (2003), avaliando os seguintes materiais: colchão de borracha, colchão de água, tapete de borracha, concreto e areia, afirmam que a utilização das baias diminuiu à medida em que a temperatura aumentou. As vacas preferiram deitar sobre camas de areia em instalações *free-stall* quando as temperaturas estiveram entre -6 e 15 °C. Em temperaturas mais baixas (-17 a -6 °C) a taxa de ocupação em colchão de água foi maior em comparação a tapete de borracha e concreto, mas quando a temperatura era mais alta (27 a 38 °C) foi observada uma redução nessa taxa de ocupação.

Estudos de Cook et al. (2007) demonstram que o gado leiteiro passa menos tempo deitado em baias, quando a temperatura ambiente está elevada. Silva et al. (2010) afirmam que o ambiente é considerado ideal quando o animal está em equilíbrio térmico. Em temperaturas mais elevadas, os animais evitam produzir calor metabólico e absorver calor por condução.

Foi observado que a capacidade do material utilizado nas camas em dissipar ou absorver pode afetar a decisão do bovino em deitar-se na baia. Para reduzir a transferência de calor de um corpo para o outro, é necessário que o material que não seja bom condutor térmico (Camerini & Nascimento, 2012).

Há a necessidade de mais estudos relacionando a temperatura da superfície da cama com o conforto do animal.

## **CONCLUSÕES**

Conclui-se que os animais demonstraram maior preferência pela cama de areia para permanecerem deitadas, tanto em ócio quanto ruminando.

Em períodos com temperatura ambiente mais amena, as vacas permaneceram mais tempo deitadas em cama de borracha, devido à temperatura da cama.

A temperatura da superfície das camas está relacionada com a temperatura ambiente.

A cama de borracha aquece mais que a areia em temperaturas mais altas, enquanto à noite perde calor mais rapidamente.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores expressam seus agradecimentos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Gado de Leite, pela disponibilidade de desenvolvimento do experimento; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo e à empresa SANSUY, pelo fornecimento do material de cama empregado no presente estudo.

## **LITERATURA CITADA**

Baêta, F. C.; Souza, C. F. *Ambiência em edificações rurais conforto térmico*. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 269p.

Bond, G. B.; Almeida, R.; Ostrensky, A.; Molento, C. F. M. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. *Ciência Rural*, v.42, n.7, p.1286-1293, jul. 2012.

- Boone, R. E. Comparison of freestall bedding materials and their effect on cow behavior and cow health. Gainesville: Engineering University of Florida, 2009. Thesis master.
- Camerini, N. L.; Nascimento, J. W. B. Análise da influência do revestimento de resíduo de EVA no conforto térmico de instalações agropecuárias. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.7, n.1, p.48-51, 2012.
- Castro, J. O.; Campos, A. T.; Ferreira, R. A.; Yanagi Júnior, T.; Tadeu, H. C. Uso de ardósia na construção de celas de maternidade: I, efeito sobre o ambiente e comportamento de suínos. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.3, p.458-467, maio/jun. 2011.
- Cook, N. B. Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.223, n.9, p.1324-1328, 2003.
- Cook, N. B.; Mentink, R. L.; Bennett, T. B.; Burgi, K. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.1674-1682, 2007.
- Damasceno, J. C.; Baccari Jr, F. E.; Targa, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.4, p.709-715, 1999.
- Espejo, L. A.; Endres, M. I.; Salfer, J. A. Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.3052-3058, 2006.
- Fisher, A. D.; Verkerk, G. A.; Morrow, C. J.; Matthews, L. R. The effects of feed restriction and lying deprivation on pituitary-adrenal axis regulation in lactating cows. *Livestock Production Science*, v.73, n.2, p.255-263, 2002.
- Fregonesi, J. A.; Veira, D. M.; Von Keyserlingk, M. A. G.; Weary, D. M. Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.5468-5472, 2007.
- Haley, D.; De Passile, A. M.; Rushen, J. Assessing cow comfort: effects of two floor types and two tie stall designs on the behavior of lactating dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, v.71, n.2, p.105-117, 2001.

- Hausmann, M. F.; Vleck, C. M.; Farrar, E. S. A laboratory exercise to illustrate increased salivary cortisol in response to three stressful conditions using competitive ELISA. *Advances in Physiology Education*, v.31, p.110-115, 2007.
- Herlin, A. Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene and lying down behaviour. *Swedish Journal of Agricultural Research*, v.27, p.189-96, 1997.
- Mitev, J.; Varlyakov, I.; Miteva, T.; Vasilev, N.; Gergovska, J.; Uzunova, K.; Dimova, V. Preferences of freestall housed dairy cows to different bedding materials. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine Istanbul University*, v.38, n.2, p.135-140, 2012.
- Munksgaard, L.; Jensen, M. B.; Pedersen, L. J.; Hansen, S. T.; Matthews, L. Quantifying behavioural priorities: effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science*, v.92, n.1, p.3-14, 2005.
- Nielsen, B. L.; Veerkamp, R. F.; Lawrence, A. B. Effects of genotype, feed type and lactational stage on the time budget of dairy cows. *Acta Agriculture Scandinavica, Section A, Animal Science*, v.50, n.4, p.272-278, 2000.
- Norring, M.; Manninen, E.; Passille, A. M.; Rushen, J.; Munksgaard, L.; Saloniemi, H. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.91, n.2, p.570-576, 2008.
- Norring, M.; Manninen, E.; Passille, A. M.; Rushen, J.; Saloniemi, H. Preferences of dairy cows for three stall surface materials with small amounts of bedding. *Journal of Dairy Science*, v.93, n.1, p.70-74, 2010.
- Perissinotto, M.; Moura, D. J.; Cruz, V. F.; Souza, S. R. L. de; Lima, K. A. O. de; Mendes, A. S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. *Ciência Rural*, v.39, n.5, p.1492-1498, ago. 2009.
- Pooter, M. J.; Broom, D. M. Behaviour and welfare of cows in a cubicle house: the behaviour and welfare of cows in relation to cubicle house design. In: Wierenga, H. K.; Peterse, D. J. *Cattle housing systems: lameness and behaviour*. Boston: Martinus Nijhoff Publishers, 1986. p.159-165.

- Rushen, J.; Haley, D.; De Passillé, A. M. Effect of softer flooring in tie stalls on resting behavior and leg injuries of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.90, n.8, p.3647-3651, 2007.
- Silva, E. V. C. E.; Katayama, K. A.; Mace, G. G.; Rueda, P. M.; Abreu, U. G. P.; Ari, C. E. S. N. Z. Efeito do manejo e de variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embriões. *Ciência Animal Brasileira*, v.11, n.2, p.280-291, abr./jun. 2010.
- Silva, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- Souza, B. B.; Silva, R. M. N.; Marinho, M. L.; Silva, G. A.; Silva, E. M. N. da; Souza, A. P. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semi-árido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, n.3, p.883-888, maio/jun. 2007.
- Thoreson, D. R.; Lay, D. C.; Timms, L. L. Dairy free stall preference field study. Ames: Iowa State University, 2000.
- Wagner-Storch, A. M.; Palmer, R. W.; Kammel, D. W. Factors affecting stall use for different free stall bases. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.2253-2266, 2003.
- Zdanowicz, M.; Shelford, J. A.; Tucker, C. B.; Weary, D. M.; Von Keyserlingk, M. A. G. Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.1694-1701, 2004.

**(VERSÃO PRELIMINAR)**

**ARTIGO 2 Comportamento de vacas leiterias em instalação de confinamento modelo *free-stall* em condição de clima quente**

Artigo redigido conforme norma da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental para submissão

## **Comportamento de vacas leiterias em instalação de confinamento**

### **modelo *free-stall* em condição de clima quente**

**Resumo:** Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o comportamento de vacas da raça holandesa mantidas em sistema de confinamento modelo *free-stall*, em duas fases. Na primeira fase, avaliou-se o comportamento de vacas mantidas em diferentes materiais de cama (areia e borracha). Na segunda fase, avaliou-se o comportamento de vacas mantidas com acesso somente a camas de colchão de borracha. Aspectos relacionados ao ambiente térmico, à frequência respiratória e às atividades de alimentação, ruminação, ócio, ingestão de água, defecação e micção no interior da instalação, em ambas as fases, foram observados. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados. Em cada fase foram monitorados 18 animais. Na primeira fase, os tempos médios despendidos diariamente pelos animais nas atividades de alimentação, ruminação e ócio foram 4,7, 8,6 e 8,9 horas, respectivamente. Na segunda fase, os tempos médios despendidos diariamente pelos animais nas atividades de alimentação, ruminação e ócio foram 6,18; 8,34 e 7,06 horas, respectivamente. Na Fase 1 a cama de areia mostrou-se mais confortável para as vacas, que permanecerem mais tempo nas atividades deitada em ócio e deitada ruminando, nos períodos da manhã e tarde. Durante a madrugada as vacas permaneceram nas camas de areia e de borracha com a mesma frequência, demonstrando uma influência da temperatura. Na Fase 2 houve preferência dos animais em permanecer deitados em ócio no período da madrugada em comparação com os demais períodos.

**Palavras-chave:** bem estar, bovinos, construções rurais, índices do ambiente térmico.

## **Behavior of dairy cows in free-stall confinement facility in warm climate**

**Abstract:** The objective of the present work was to evaluate, in two phases, the behavior of Holstein cows maintained in a free-stall confinement system. In the first phase, the behavior of cows with access to beds of two different materials (sand and rubber-crumb) was evaluated. In the second phase, the behavior of cows with access to only rubber-crumb mattresses was evaluated. Aspects related to thermal environment, respiratory frequency, feeding activities, rumination, idleness, water ingestion, defecation and urination in the interior of the installation, were observed in both phases. A statistical randomized blocks design was used. In each phase, 18 animals were observed. In the first phase, the average time periods daily spent by the animals on feeding activities, rumination and idleness were 4.7, 8.6 and 8.9 hours, respectively. In the second phase, the average time periods daily spent by the animals on feeding activities, rumination and idleness were 6.18, 8.34 and 7.06, respectively. In phase 1, the sand bed showed to be more comfortable to the cows, which remained lying in idleness and lying ruminating for a larger timeframe, in the periods of morning and afternoon. During the early morning, the cows remained in the sand and rubber-crumb beds with the same frequency, demonstrating an influence of the temperature. In phase 2, the animals showed a preference in remaining lying in idleness during the period of the early morning compared to the other periods.

**Key-words:** Welfare, bovine, rural buildings, thermal environment indexes.

## INTRODUÇÃO

O bem-estar animal é tido como o estado de harmonia entre o animal e ambiente em que o mesmo está inserido, caracterizado por condições físicas e fisiológicas (Jesus, 2009). O bem-estar animal é considerado de extrema importância para o setor de produtos de origem animal (Camerini & Nascimento, 2012). Fraser (2008) comenta que uma preocupação importante sobre bem-estar é se o animal é capaz de viver uma vida razoavelmente natural, sendo motivado a expressar seus comportamentos naturais, pois a falta de bem-estar é caracterizada pela soma de mecanismos de defesa do animal a um agente estressor (Ferreira et al., 2006).

O comportamento é indicador do bem-estar das vacas leiteiras (Bond et al., 2012). O conforto animal pode ser medido através de métodos não invasivos, como a avaliação do comportamento (Castro et al., 2011). Marques et al. (2008) consideram que, na observação de comportamento de um número elevado de animais, deve-se ter cuidado com a escolha do intervalo de tempo entre as observações, pois a observação contínua dos animais despense muita mão-de-obra, tornando-se impraticável a avaliação. As atividades comportamentais estudadas com maior ênfase são: consumo de alimentos, ruminação, ócio e procura por água (Camargo, 1988).

As instalações, o clima, tipo de alimento e manejo adotado podem interferir no comportamento de vacas leiteiras. É importante conhecer o comportamento animal, a fim de se identificar indícios de falta de bem-estar.

O objetivo com este trabalho foi o de avaliar, em uma primeira fase, o comportamento de vacas da raça holandesa mantidas em sistema de confinamento modelo *free-stall*, com acesso a camas de diferentes materiais (areia e borracha) assim como aspectos relacionados ao ambiente térmico. Em uma segunda fase, o objetivo foi avaliar os mesmos aspectos, porém com as vacas tendo acesso somente a camas de colchão de borracha.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Instalações

O trabalho foi desenvolvido em duas fases, nas instalações do Sistema Intensivo de Produção de Leite (SIPL), da Embrapa Gado de Leite, situado no Município de Coronel Pacheco, Zona da Mata de Minas Gerais, localizado à latitude de 21°33'22" Sul e à longitude de 43°06'15" Oeste, com altitude de 414 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, ou seja, clima quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e com verão quente e chuvoso.

O experimento foi realizado em um galpão de confinamento modelo *free-stall*, com 37,1 m de comprimento, 36,0 m de largura, 7,0 m de altura, no centro, e 3,5 m de pé-direito, com capacidade para alojar 80 animais adultos, divididos em quatro lotes.

O galpão apresenta as seguintes características: abertura total nos quatro lados, pilares de concreto pré-moldado, piso de concreto frisado, corredor central de alimentação medindo 4,5 m de largura, e corredor de manejo de 4,1 m para condução dos grupos para a sala de ordenha.

A cobertura é feita com telhas de cimento amianto, sendo a região da cumeeira descoberta, visando obter ventilação por efeito termossifão. Os oitões são fechados com telhas de cimento amianto, instaladas na posição vertical, com o objetivo de reduzir a incidência de radiação solar direta no interior da instalação.

As vacas tinham livre acesso às baias e oportunidade de escolha de acordo com sua preferência. As ordenhas eram realizadas três vezes ao dia, às 5 h e 30 min, 13 h e às 21 h (em sala de ordenha modelo espinha de peixe, contígua ao *free-stall*), a duração das ordenhas, em média, era de 50 minutos, mas o retorno dos animais ocorria aos poucos, houve coleta de dados comportamentais durante esse intervalo.

Durante a fase I foram empregadas ao todo, 20 camas individuais, divididas em dois grupos de 10 baias. Cada grupo foi recoberto com um tipo de material (areia ou colchão de borracha). A distribuição do tipo de cama nas baias foi feita de modo a neutralizar os efeitos inerentes ao lado do galpão. Já durante a fase II foram empregadas 20 camas individuais de colchão de borracha.

### **Alimentação**

A alimentação volumosa era constituída de silagem de milho, sendo adicionados 2 kg de capim tifton picado com o intuito de aumentar o teor de fibras e assim diminuir a incidência de acidose. O concentrado fornecido constituía-se de 13 kg de ração contendo 22% de proteína bruta (PB), com adição de 100 g de bicarbonato de sódio. A alimentação era fornecida nos seguintes horários: 7 h, 10 h, 14 h, 16 h e 21 horas. A água era disponível *ad libitum*.

### Parâmetros ambientais

Para a parte do experimento relacionada à avaliação do ambiente térmico em ambas as fases, foram instalados conjuntos de termômetros de globos negros e termo-higrômetros (para a determinação das temperaturas de bulbo seco e úmido) no interior de duas baias e um no solário, à altura de 70 cm da superfície. A velocidade do vento foi determinada por meio de anemômetro digital, da marca Icel Manaus, modelo NA - 3090 com precisão de  $\pm 3\%$ . Estes dados do ambiente térmico foram coletados de hora em hora.

Com os dados do ambiente foram calculados os índices de temperatura de globo e umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (CTR) por meio das equações 1, 2 e 3, a seguir:

$$\text{ITGU} = T_{gn} + 0,36 T_{po} - 330,08 \quad (1)$$

em que,

$T_{gn}$  = temperatura do globo negro (K);

$T_{po}$  = temperatura do ponto de orvalho (K);

$$\text{CTR} = \sigma (\text{TRM})^4 \quad (2)$$

em que,

CTR = carga térmica de radiação,  $\text{W m}^{-2}$ ;

TRM = temperatura radiante média, K, e

$\sigma$  = constante de Stefan Boltzmann,  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ K}^{-4}$ .

$$\text{TRM} = 100 \{ 2,51 v^{1/2} (T_{gn} - T_a) + (T_{gn}/100)^4 \}^{1/4} \quad (3)$$

em que,

$v$  = velocidade do vento,  $m s^{-1}$ , e

$T_a$  = temperatura do ar, K.

### **Parâmetros fisiológicos**

Foi avaliada a frequência respiratória de todos os animais três vezes por dia, às 9 h, 15 h e 21 h, por meio de aferições visuais dos movimentos respiratórios na região do flanco das vacas, contados durante 15 segundos por meio de um cronômetro e posteriormente multiplicando o valor encontrado por quatro, para se obter o número de movimentos respiratórios por minuto.

Os dados de defecação, micção e ingestão de água foram anotados na ocasião de ocorrência, durante o período de observação comportamental.

### **Coleta de dados**

A coleta de dados foi realizada em períodos alternados de seis horas, com a seguinte distribuição: período da manhã – das 6 h às 11 h e 50 min., período da tarde – das 12 h às 17 h e 50 min., período da noite – das 18 h às 23 h e 50 min. e período da madrugada – de 24 h às 5 h e 50 min.. Foram feitas sete coletas para cada período citado, perfazendo o equivalente a sete dias de observações, em cada fase. Os dados da fase I foram coletados durante os meses de março e abril de 2012, e os da fase II durante os meses de abril e maio.

## **Parâmetros comportamentais**

### ***Fase I***

Foi monitorado o comportamento de 18 vacas multíparas, de raça holandesa puras de origem, com produção média de 29,2 kg dia<sup>-1</sup>, com peso médio de 560 kg.

A coleta de dados comportamentais foi feita através de aferição visual a cada 10 minutos, sendo observados os seguintes comportamentos: deitada ruminando na cama de borracha (DRB), deitada ruminando na cama de areia (DRA), deitada em ócio na cama de borracha (DOB), deitada em ócio na cama de areia (DOA), em pé em ócio no corredor (EOC), em pé ruminando no corredor (ERC) em pé se alimentando (ES), em pé ruminando sobre a cama de borracha (ERB), em pé ócio sobre a cama de borracha (EOB), em pé ruminando sobre a cama de areia (ERA), em pé ócio sobre a cama de areia (EOA), andando (A).

### ***Fase II***

Foi monitorado o comportamento de 18 vacas multíparas, de raça holandesa puras de origem, tendo uma produção média de 31,8 kg dia<sup>-1</sup>, com peso médio de 573 kg.

A coleta de dados comportamentais foi feita por meio de aferição visual a cada 10 minutos, sendo observados os seguintes comportamentos: deitada ruminando na cama (DR), deitada em ócio na cama (DO), em pé em ócio no corredor (EOC), em pé ruminando no corredor (ERC) em pé se alimentando (ES), em pé ruminando sobre a cama (ER), em pé ócio sobre a cama (EO), andando (A).

### **Análise estatística**

Na fase I, a análise estatística dos dados comportamentais foi realizada em Software SAS<sup>®</sup>, por meio do delineamento em blocos casualizado, com sete repetições (dias) em um esquema fatorial 12 x 4 (12 atividades: A, DOA, DOB, DRA, DRB, EOA, EOB, EOC, ERA, ERB, ERC, ES x 4 períodos: manhã, tarde, noite e madrugada) sendo avaliados 18 animais, analisando o tempo médio das vacas em cada atividade.

Na segunda fase a análise estatística dos dados comportamentais foi realizada em Software SAS<sup>®</sup>, através delineamento em blocos casualizado, com sete repetições (dias), em um esquema fatorial 8 x 4 (8 atividades: A, DO, DR, EO, EOC, ER, ERC, ES x 4 períodos: manhã, tarde, noite e madrugada) sendo avaliados 18 animais, analisando o tempo médio das vacas em cada atividade.

Para que as pressuposições da análise de variância em ambas as fases fossem atendidas, utilizou-se como variável resposta a raiz quadrada do tempo.

Em ambas as fases foram utilizadas a análise descritiva para análise dos dados fisiológicos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Fase I**

A atividade andando (A) não diferiu ( $P < 0,05$ ) entre os turnos (Tabela 1).

Tabela 1 Média do tempo (minutos) gasto de cada atividade em cada período

Atividade	Período			
	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada
A	0,71 a	1,03 a	0,71 a	1,82 a
DOA	43,17 a,b	27,61 c	32,53 b,c	50,71 a
DOB	29,05 b	18,25 b	30,15 b	51,50 a
DRA	45,87 a,b	33,96 b,c	46,51 a	43,49 a,b
DRB	34,92 a,b	18,09 c	37,62 a,b	41,34 a
EOA	9,91 a	5,71 b	8,32 a	10,54 a
EOB	12,21 a	11,02 a	8,80 a	11,26 a
EOC	49,12 a,b	55,79 a	38,10 c	31,74 c
ERA	8,33 b	5,55 b	17,61 b	24,59 a
ERB	11,89 a	12,06 a	18,17 a	21,34 a
ERC	17,30 b	33,33 a	24,04 b	19,92 b
ES	97,22 a	102,22 a	64,44 b	20,31 c

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de tukey ( $P < 0,05$ ) (Atividades - A: andando; DOA: deitada em ócio na cama de areia; DOB: deitada em ócio na cama de borracha; DRA: deitada ruminando na cama de areia; DRB: deitada ruminando na cama de borracha; EOA em pé ócio sobre a cama de areia; EOB: em pé ócio com sobre a cama de borracha; EOC: em pé em ócio no corredor; ERA: em pé ruminando sobre a cama de areia; ERB: em pé ruminando sobre a cama de borracha; ERC: em pé ruminando no corredor; ES: em pé se alimentando).

Durante a madrugada os comportamentos em pé ruminando na areia (ERA), deitada ruminando na borracha (DRB) e deitada em ócio na borracha (DOB) foram os mais frequentes (Tabela 1 e Figura 1).

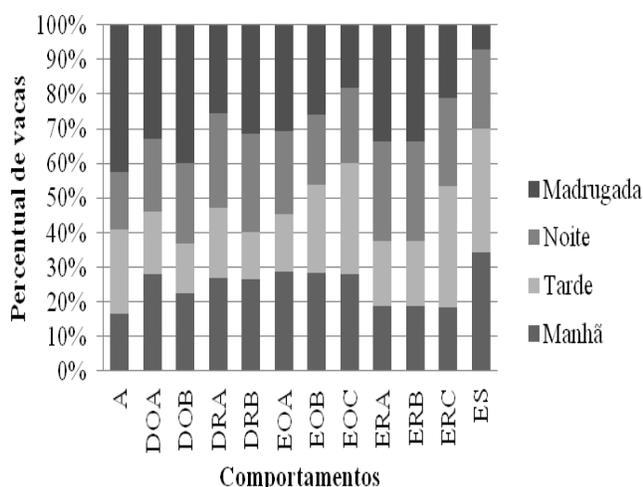


Figura 1. Distribuição em percentagem dos comportamentos em cada período. (Atividades - A: andando; DOA: deitada em ócio na cama de areia; DOB: deitada em ócio na cama de borracha; DRA: deitada ruminando na cama de areia; DRB: deitada ruminando na cama de borracha; EOA em pé ócio sobre a cama de areia; EOB: em pé ócio sobre a cama de borracha; EOC: em pé em ócio no corredor; ERA: em pé ruminando sobre a cama de areia; ERB: em pé ruminando sobre a cama de borracha; ERC: em pé ruminando no corredor; ES: em pé se alimentando)

Para a atividade em pé em ócio no corredor (EOC) houve diferença significativa entre os períodos, sendo que de manhã e à tarde os animais permaneceram mais tempo nessa atividade (Figura 1). Noite e madrugada não diferiram.

O tempo médio de alimentação (ES) não diferiu estatisticamente entre os períodos da manhã e tarde, ocorrendo diferença somente para os períodos da noite e madrugada. Os períodos em que ocorreu maior frequência de alimentação foram da tarde e manhã. Portugal et al. (2000), em estudo com vacas holandesas em lactação, também encontraram maior frequência de alimentação entre as 6 e 12 horas e entre as 12 e 18 horas,

independente da estação do ano. Corroborando com estes autores, observou-se no presente trabalho que no período da noite o tempo gasto com alimentação foi menor, e, diminuindo ainda mais durante a madrugada. Müller (1982) alvitra que, durante as horas mais frias do dia, o consumo de alimento é menor.

O pico de alimentação acontecia na ocasião de sua distribuição para os animais. Fato este também observado por Camargo (1988), que constatou em seu estudo que os animais estabulados são estimulados a procurarem o alimento nos momentos da oferta.

O tempo de ocorrência da atividade em pé ruminando no corredor (ERC) no período da tarde diferiu estatisticamente dos demais períodos (Tabela 1). Em seu trabalho, Laganá et al. (2005) observaram que o tempo médio de ruminação em pé no corredor, nos grupos sem e com sistema de resfriamento adiabático evaporativo, foi alto. O período da tarde apresentou um maior tempo médio gasto em ERC em comparação aos demais períodos. Damasceno et al. (1999) constataram que, durante as horas mais quentes do dia, os animais passam a ruminar mais tempo em pé, para facilitar a perda de calor para o meio.

A atividade DOA (deitada em ócio em cama de areia) diferiu estatisticamente em todos os períodos (Tabela 1). A atividade em pé ruminando sobre o colchão de borracha (ERB) não diferiu entre os períodos estudados. O comportamento em pé em ócio sobre a cama de areia (EOA) diferiu no período da tarde dos demais períodos, sendo esse o período com menor tempo. Neste sentido, Potter & Broom (1986) afirmam que ruminar com duas patas na baia, está ligado à sensação de

bem estar animal, indicando uma vontade deste em se deitar, porém a cama provavelmente não apresenta conforto suficiente para isso.

Camargo (1988), estudando o comportamento de vacas holandesas confinadas em sistema *free-stall*, no Brasil central, em cinco épocas ao longo do ano, utilizando cama de areia, encontrou tempos médios de alimentação, ruminação e ócio de 4,8, 6,8 e 10,4 horas por dia, respectivamente. Nessa fase do trabalho foram encontrados tempos médios de 4,7, 8,6 e 8,9 horas por dia, para as mesmas atividades, respectivamente.

### **Ingestão de água**

A maior procura por água ocorreu durante o dia (Figura 2), possivelmente pelo fato de a temperatura estar mais elevada. Nos horários de menor temperatura, a frequência de ingestão de água diminuiu principalmente no período da madrugada. A maior percentagem de vacas que procuraram o bebedouro foi entre 17 h e 17 h 50 min. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Damasceno et al. (1999), que observaram que a maiores frequências de procura pela água ocorreram no período da tarde. Camargo (1988) também encontrou baixas frequências de procura por água no período noturno. Damasceno et al. (1999) também relatam elevado consumo nos horários próximos da ordenha, fato não observado no presente trabalho.

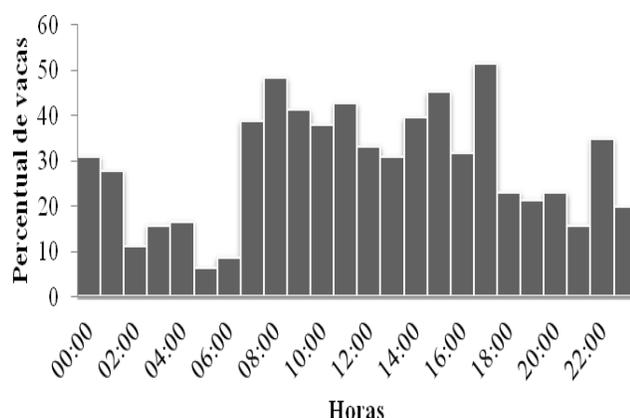


Figura 2. Percentual de vacas que procuraram o bebedouro, para cada horário do dia

O percentual mais elevado de vacas que procuraram água se concentra no período diurno (de 7 h às 17 h). Corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho, Laganá et al. (2005) observaram que durante as horas mais quentes do dia, as taxas de ingestão de água são as mais elevadas, como um mecanismo auxiliar de termorregulação. A ingestão de água depende da temperatura ambiente, da qualidade do alimento e da disponibilidade da água (Cardot et al., 2008). O aumento na ingestão de água em condições de estresse calórico visa à reposição das perdas sudativas e respiratórias, com finalidade de termorregulação, em temperaturas elevadas, aumenta a necessidade de água pelos animais.

Gavojdian et al. (2010) registraram picos diários na frequência de ingestão nos períodos que correspondem ao término da alimentação, o que foi também observado nesse trabalho. Huzzey et al. (2005) observaram, em seu trabalho, maior volume de ingestão de água nos horários próximos à alimentação e ordenha. Gavojdian et al. (2010)

deprenderam que, em sistema intensivo de criação, as vacas bebem água mais frequentemente quando comparado com aquelas criadas a pasto, embora tenham percebido uma variação considerável entre os animais.

### Defecação e Micção

A maior percentagem de defecação foi registrada no período da madrugada, entre 1 h 00 min e 01 h 50 min., seguido pelas 8 h às 8 h 50 min., enquanto a maior frequência observada de micção ocorreu no período da tarde, no horário das 15 h às 15 h 50 min. (Figura 3).

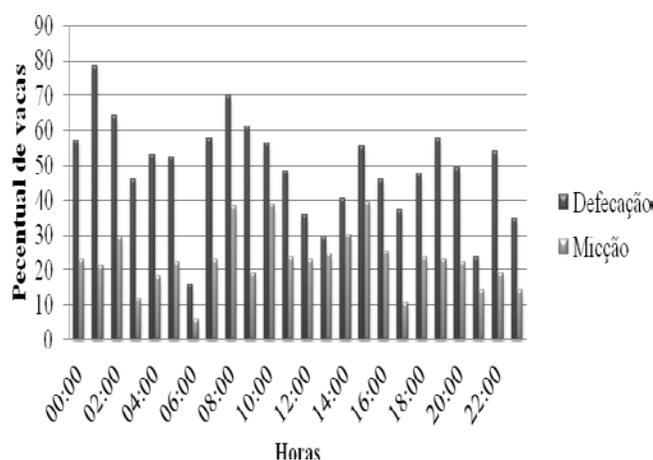


Figura 3. Percentual de vacas que defecaram e urinaram, para cada hora do dia

A frequência média de evacuações por animal foi de  $11,83 \text{ dia}^{-1}$ , enquanto a média de micção foi  $5,40 \text{ dia}^{-1}$ . Estes valores de defecação situam-se dentro da faixa observada por Arnold & Dudzinski (1978), que relataram uma frequência média de 11 a 13 vezes por dia. Laganá et al. (2005) relatam que, em seu estudo, as vacas defecavam mais que urinam,

e que a maior frequência de evacuações ocorreu das 11 h às 17 h e das 17 h às 23 h, o mesmo não foi observado nesse trabalho.

Depreendeu-se neste trabalho que, na maioria das vezes, os animais permaneceram em pé durante a defecação e micção, fato também observado por Laganá et al. (2005). Entretanto, Tucker et al. (2005) observaram em seu estudo, que 69% das evacuações ocorreram enquanto as vacas estavam deitadas, e com número relativamente pequeno de ocorrência nas baias. Segundo Fregonesi et al. (2009), a posição da barra de pescoço tem influência sobre o ato de defecar ou não dentro da baia.

### **Frequência Respiratória (FR), ITGU e CTR**

Observou-se elevados valores de frequência respiratória nos animais no dia em que a temperatura foi mais elevada, quando, no período da noite (21 h), 94,4% destes apresentaram FR de acima de  $60 \text{ mov min}^{-1}$  sendo que 22,2% atingiram valores de FR acima de  $80 \text{ mov min}^{-1}$  no grupo observado, demonstrando estarem sob estresse calórico. O aumento da FR em dias com temperaturas altas sempre ocorre, pois, juntamente com a sudorese, promovem a perda de calor por evaporação, sendo mecanismos fisiológicos importantes para evitar a hipertermia, assim mantendo a homeotermia (Ferreira et al., 2009b).

De acordo com Hanh et al. (1997), os valores de FR de até  $60 \text{ mov min}^{-1}$  indicam ausência de estresse térmico ou que este é mínimo.

Durante o período experimental, constatou-se elevada variação nos valores da FR por parte dos animais, registrando-se valores entre 36 a  $88 \text{ mov min}^{-1}$ , considerando todo grupo estudado. Os valores mais elevados de FR observados foram nos períodos da tarde e noite (15 h e 21 h).

Almeida et al. (2011) encontraram valores mais elevados de FR para vacas leiteiras (girolando) no período da tarde, em instalação para confinamento.

De acordo com Ferreira et al. (2009a), quando o animal expõe a língua, o mesmo demonstra estar sob estresse calórico e essa reação foi observada em alguns animais durante o experimento, no dia de maior temperatura, chegando a 34 °C no interior da instalação

Baêta & Souza (2010) informam que o *National Weather Service* (EUA) estabeleceu as seguintes faixas para o ITGU: até 74 indica condição de conforto para os bovinos; entre 75 e 78 a situação é de alerta; 79 a 84 caracterizam perigo; e acima de 84 depara-se como situação de emergência.

No interior da instalação foram registrados valores de ITGU mínimo, máximo, médio dos dias de 55; 67 e 57, respectivamente. O maior valor absoluto de ITGU no período foi de 82, quando a temperatura de globo negro atingiu 40 °C, demonstrando situação de alerta, condição em que todas as vacas observadas apresentaram FR acima de 60 mov min<sup>-1</sup>, com média de 70 mov min<sup>-1</sup>.

Dentro da instalação, os valores de máximos e mínimos médios diários da CTR foram de 469,48 e 415,26 W m<sup>-2</sup>, respectivamente, sendo o valor médio diário do período 443,87 e o valor máximo absoluto foi 644,26 W m<sup>-2</sup>.

Durante as horas mais quentes do dia, a CTR mostrou-se mais elevada, principalmente no solário, devido à radiação solar direta, pois a instalação minimiza o balanço de energia entre o meio e os animais. Segundo Campos et al. (2004), o sombreamento e a orientação do galpão de

confinamento devem reduzir a carga térmica de radiação (CTR). Foi observado CTR menor no interior da instalação em comparação com o solário, porém foi observado um aumento no interior da instalação entre 16 h e 17 horas.

## Fase II

Os comportamentos andando (A), em pé em ócio sobre a cama (EO), em pé ruminando no corredor (ERC) não diferiram significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os períodos (Tabela 2).

Para o comportamento deitada ruminando (DR) houve diferença entre os períodos da madrugada (107,56 min.) e da manhã (66,05 min). Damasceno et al. (1999) afirmam que a ruminação ocorreu principalmente no período noturno, o que foi observado parcialmente nesse trabalho, já que ocorreu nos períodos noturnos, mas também com a mesma frequência no período da tarde.

Tabela 2. Tempo médio dos animais (minutos) gasto em cada atividade e período

	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada
A	2,86 a	2,51 a	1,21 a	0,80 a
DO	57,07 a,b	40,86 a	66,89 a,b	100,35 c
DR	66,05 a	80,35 a,b	88,45 a,b	107,56 b
EO	16,49 a	16,59 a	14,80 a	18,12 a
EOC	32,35 c	30,89 b,c	17,44 a,b	11,65 a
ER	19,28 a	33,87 b	36,41 b	40,59 b
ERC	12,10 a	18,56 a	17,52 a	15,85 a
ES	151,09 c	108,29 b	83,72 b	27,78 a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey ( $P < 0,05$ ) (A: andando; DO: deitada em ócio; DR: deitada ruminando; EO em pé ócio sobre a cama; EOC: em pé em ócio no corredor; ER: em pé ruminando sobre a cama; ERC: em pé ruminando no corredor; ES: em pé se alimentando).

Na atividade deitada em ócio (DO) houve diferença entre os períodos, sendo desenvolvida com maior intensidade no período da madrugada (100,35 min.).

Para o comportamento em pé em ócio no corredor (EOC) houve diferença significativa entre períodos, sendo que madrugada foi estatisticamente diferente do período da manhã e tarde, quando os animais permaneceram mais tempo em ócio no corredor. Esse comportamento foi observado com menor frequência em período noturno (Figura 4).

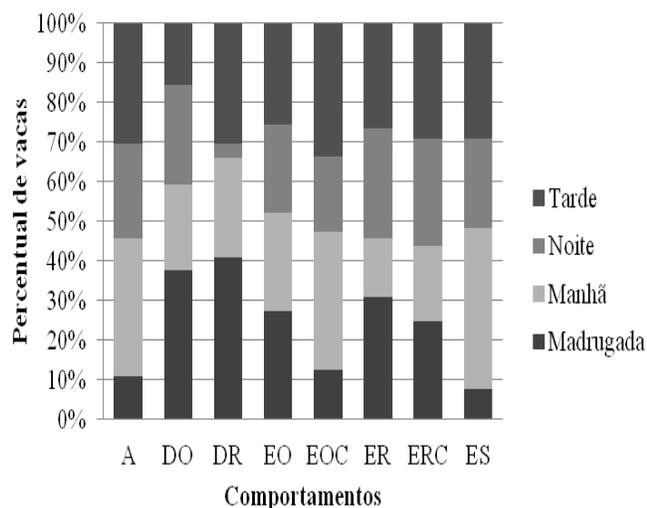


Figura 4. Distribuição em percentagem dos comportamentos em cada período. (Atividades - A: andando; DO: deitada em ócio; DR: deitada ruminando; EO: em pé ócio sobre a cama; EOC: em pé em ócio no corredor; ER: em pé ruminando sobre a cama; ERC: em pé ruminando no corredor; ES: em pé se alimentando)

O comportamento em pé ruminando sobre a cama (ER) somente diferiu no período da manhã, ocorrendo nesse, a menor frequência na atividade.

O comportamento ES (em pé se alimentando) foi estatisticamente igual à tarde e à noite, diferindo do período da manhã, onde apresentou maior tempo gasto, diferiu também do período da noite, sendo esse o período com menor taxa de alimentação. Silva et al. (2010) afirmam que os períodos do dia influenciam o comportamento ingestivo das vacas. O pico de alimentação acontecia nos momentos de distribuição para os animais como observado na fase I. A alimentação pode afetar o tempo que a vaca permanece deitada, o que pode ser reduzido, por exemplo, com dietas de baixo teor em concentrado (Nielsen et al., 2000).

Damasceno et al. (1999), trabalhando com vacas confinadas em *free-stall*, com o uso de cama de areia encontraram tempos de alimentação, ruminação e ócio de 3,4, 7,0 e 9,0 horas, respectivamente. Nesta segunda fase do presente trabalho foram encontrados tempos médios de 6,18; 8,34 e 7,06 horas por dia, para as atividades de alimentação, ruminação e ócio, respectivamente.

### **Ingestão de água**

A maior percentagem de vacas que procuraram o bebedouro ocorreu no horário das 8 h às 08 h 50 min., e próximo ao término da alimentação (Figura 5). Houve uma procura acentuada por água durante o período diurno, possivelmente devido às temperaturas estarem mais elevadas, em comparação com o período noturno. O mesmo também foi observado por Laganá et al. (2005), que relatam que durante as horas mais quentes do dia as taxas de ingestão de água são as mais elevadas, pois auxilia no mecanismo de termorregulação.

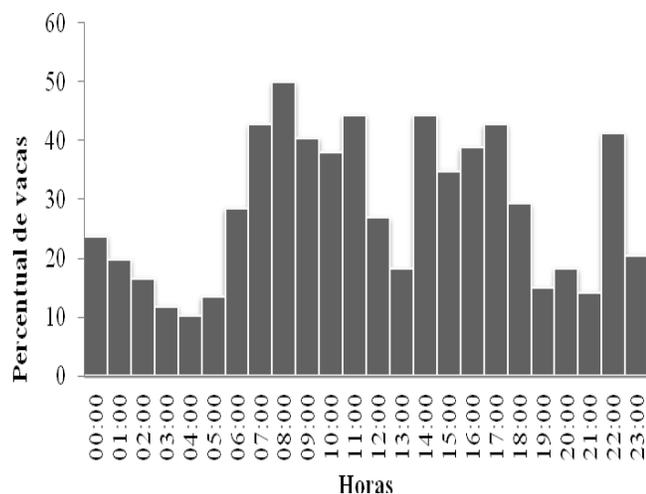


Figura 5. Percentual de vacas que ingeriram água a cada hora

No período da noite houve uma diminuição da procura por água. Entretanto, observou-se um consumo considerável às 22 h, horário em que os animais haviam retornado da ordenha e estavam ingerindo alimentos. Gavojdian et al. (2010) registraram picos diários na frequência de ingestão de água nos períodos que correspondem ao término da alimentação. Damasceno et al. (1999), em seu trabalho, observaram que maiores frequências de procura pela água ocorreram no período da tarde e próximo aos horários de ordenha.

Durante a madrugada a frequência foi bem menor em comparação com os demais períodos. Camargo (1988) também encontrou baixas frequências de procura por água no período noturno.

Segundo Carot et al. (2008), a ingestão de água depende da temperatura ambiente e do tipo de alimentação.

### Defecação e micção

A percentagem média de defecação mais elevada foi registrada das 22 h às 22 h 50 min. O pico de micção foi observado no horário das 16 h às 16 h 50 min.(Figura 6)

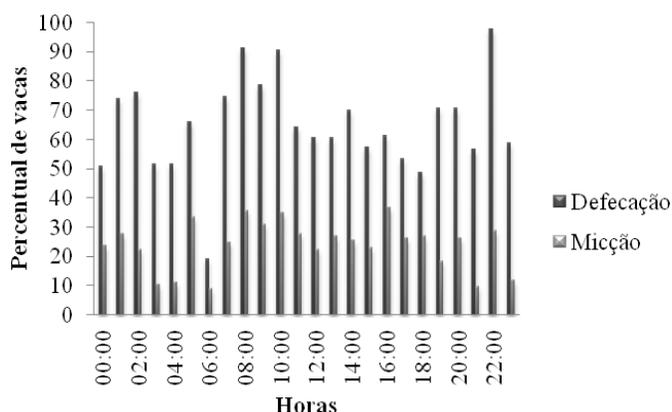


Figura 6. Percentual de vacas que defecaram e urinaram, para cada hora do dia

A média de defecação foi de 15,52 atividades dia<sup>-1</sup>, enquanto a média de micção foi 5,73 atividades dia<sup>-1</sup>. Os valores de defecação encontrados estão fora da faixa citada por Arnold & Dudzinski (1978), em que bovinos defecam com uma frequência média de 11 a 13 vezes por dia. Rushen et al. (2001) relatam que vários tipos de estresse fazem com que ocorra o aumento da frequência de defecação e micção. Esse valor alto de defecação pode estar relacionado com a falta de conforto do material de cama, fazendo com que o animal fique estressado e expresse isso com aumento de número de defecações.

Laganá et al. (2005) relatam em seu estudo que as vacas defecaram mais que urinam, o mesmo foi observado nesse trabalho. A defecação

varia diretamente em função das condições climáticas, quantidade de alimento ingerido e nível estresse (Rushen et al., 2001).

### **Frequência Respiratória (FR) ITGU e CTR**

Não houve grande variação nas frequências respiratórias, sendo poucos os períodos em que os animais apresentaram FR acima de  $60 \text{ mov min}^{-1}$ , devido à temperatura ambiente estar moderada. A FR se altera quando o animal dissipa calor para o meio, a fim de manter a homeotermia do seu corpo (Gomes et al., 2008).

No interior da instalação foram registrados valores de ITGU mínimo, máximo e médio dos dias de 48; 62 e 53, respectivamente. Segundo Martins Júnior et al. (2007), um conjunto de condições ambientais estressantes podem causar alterações nos parâmetros fisiológicos. O maior valor de ITGU no período foi de 75 no período da tarde, quando a temperatura de globo negro atingiu  $38,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , demonstrando situação de alerta, condição em que 55,5% das vacas apresentaram FR acima de  $60 \text{ mov min}^{-1}$ , com média de  $57 \text{ mov min}^{-1}$ . Fora da instalação foram registrados valores de ITGU de 47, 67, 53 mínimo, máximo e médio dos dias respectivamente.

No interior da instalação a CTR apresentou valores médios de 402,50; 501,70 e 426,27  $\text{W m}^{-2}$  (mínima, máxima, média dos dias respectivamente), sendo registrados os valores mais altos no horário de 16 h. No solário observaram-se valores médios de 374,70; 574,93 e 432,71  $\text{W m}^{-2}$  (mínima, máxima, média dos dias respectivamente), sendo registrados os valores mais elevados entre os horários de 12 h às 13 h.

## CONCLUSÕES

### Fase 1

1. A cama de areia mostrou-se mais confortável para as vacas, que permanecerem mais tempo nas atividades deitada em ócio e deitada ruminando, nos períodos da manhã e tarde.
2. O consumo de alimentos foi maior durante o período diurno e a maior procura por água ocorreu aos términos da ingestão de alimentos e nos períodos de maior temperatura ambiente.
3. Durante a madrugada as vacas permaneceram nas camas de areia e de borracha com a mesma frequência, demonstrando uma influência da temperatura.

### Fase 2

4. Os animais passaram mais tempo ingerindo alimentos no período da manhã, seguido pelo período da tarde e madrugada,
5. Houve preferência dos animais em permanecer deitados em ócio no período da madrugada em comparação com os demais períodos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Gado de Leite, pela disponibilidade de desenvolvimento do experimento, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, e à empresa SANSUY, pelo fornecimento do material de cama empregado no presente estudo.

**LITERATURA CITADA**

- Almeida, G. L. P.; Pandorfi, H.; Guiselini, C.; Henrique, H. M.; Almeida, G. A. P. Uso do sistema de resfriamento adiabático evaporativo no conforto térmico de vacas da raça girolando1. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.7, p.754-760, 2011.
- Arnold, G. W.; Dudzinski, L. *Ethology of free ranging domestic animals*. Amsterdam: Elsevier, 1978. 196p.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. *Ambiência em edificações rurais conforto térmico*. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 269p.
- Bond, G. B.; Almeida, R.; Ostrensky, A.; Molento, C. F. M. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. *Ciência Rural*, v.42, n.7, p.1286-1293, jul. 2012.
- Camargo, A. C. *Comportamento de vacas de raça Holandesa em um confinamento do tipo "free-stall" no Brasil Central*. Piracicaba: ESALQ, 1988. 146f. Dissertação mestrado.
- Camerini, N. L.; Nascimento, J. W. B. Análise da influência do revestimento de resíduo de EVA no conforto térmico de instalações agropecuárias. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.7, n.1, p.48-51, 2012.
- Campos, A. T.; Klosowski, E. S.; Santos, W. B. R.; Gasparino, E.; Campos, A. T. de. Caracterização do microambiente em secção transversal de um galpão do tipo "free-stall" orientado na direção norte-sul. *Engenharia Agrícola*, v.24, n.1, p.1-8, jan./abr. 2004.
- Cardot, V.; Le Roux, Y.; Jurjanz, S. Drinking behavior of lactating dairy cows and prediction of their water intake. *Journal of Dairy Science*, v.91, n.6, p.2257-64, June 2008.
- Castro, J. O.; Campos, A. T.; Ferreira, R. A.; Yanagi Júnior, T.; Tadeu, H. C. Uso de ardósia na construção de celas de maternidade: I., efeito sobre o ambiente e comportamento de suínos. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.3, p.458-467, maio/jun. 2011.

- Damasceno, J. C.; Baccari Jr, F.; Targa, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.4, p.709-715, abr. 1999.
- Ferreira, F.; Campos, W. E.; Carvalho, A. U.; Pires, M. F. A.; Martinez, M. L. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.4, p.769-776, 2009a.
- Ferreira, F.; Campos, W. E.; Carvalho, M. F.; Pires, M. L.; Martinez, M. V. G. B.; Silva, R. S.; Verneques, P. F. Taxa de sudção e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.4, p.763-768, 2009b.
- Ferreira, F.; Pires, M. F. A.; Martinez, M. L.; Coelho, S. G.; Carvalho, A. U.; Ferreira, P. M.; Facury Filho, E. J.; Campos, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.732-738, out. 2006.
- Fraser, D. *Understanding animal welfare: the science in its cultural context*. Oxford: Wiley Blackwell, 2008. 324p.
- Fregonesi, J. A.; Von Keyserlingk, M. A. G.; Tucker, C. B.; Veira, D. M.; Weary, D. M. Neck-rail position in the *free stall* affects standing behavior and udder and stall cleanliness. *Journal of Dairy Science*, v.92, n.5, p.1979-1985, May 2009.
- Gavojdian, D.; Csiszter, L. T.; Acatincăi, S.; Stanciu, G.; Tripon, I.; Baul, S.; Erina, S.; Bognar, A. Study regarding seasons influence on the drinking behaviour in lactating dairy cows. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, v.43, n.2, p.247-251, 2010.

- Gomes, C. A. V.; Furtado, D. A.; Medeiros, A. N.; Silva, D. S.; Pimenta Filho, E. C.; Lima Júnior, V. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.2, p.213-219, 2008.
- Hahn, G. L.; Parkhurst, A. M.; Gaughan, J. B. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. *Transactions of American Society of Agricultural Engineering*, v.40, p.97-121, 1997.
- Huzzey, J. M.; Von Keyserlingk, M. A. G.; Weary, D. M. Changes in feeding, drinking and standing behavior of dairy cows during transition period. *Journal of Dairy Science*, v.88, n.7, p.2454-2461, 2005.
- Jesus, R. S. Comportamento de novilhas gir e girolandas leiteiras em sistema silvipastoril no semi-árido sergipano. São Cristóvão: UFS, 2009. Dissertação Mestrado.
- Laganá, C.; Barbosa Junior, A. M.; Mélo, D. L. M. F.; Rangel, J. H. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas de alta produção criadas em ambientes quentes, mediante ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.6, n.2, p.67-76, 2005.
- Marques, J. A.; Pinto, A. P.; Abrahão, J. J. S.; Nascimento, W. G. Intervalo de tempo entre observações para avaliação do comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento. *Semina: Ciências Agrárias*, v.29, n.4, p.93-98, out./dez. 2008.
- Martins Júnior, L. M.; Costa, A. P. R.; Ribeiro, D. M. M.; Turco, S. H. N.; Muratori, M. C. S. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana em condições climáticas de meio-norte do Brasil. *Caatinga*, v.20, n.2, p.1-7, 2007.
- Müller, P. B. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. Porto Alegre: Sulina, 1982. 158p.

- Nielsen, B. L.; Veerkamp, R. F.; Lawrence, A. B. Effects of genotype, feed type and lactational stage on the time budget of dairy cows. *Acta Agriculture Scandinavica, Section A, Animal Science*, v.50, n.4, p.272-278, 2000.
- Portugal, J. A. B.; Pires, M. F. A.; Durães, M. C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminação em vacas da raça Holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.52, n.2, p.154-159, abr. 2000.
- Potter, M. J.; Broom, D. M. Behaviour and welfare of cows in a cubicle house: the behaviour and welfare of cows in relation to cubicle house design. In: Wierenga, H. K.; Peterse, D. J. *Cattle housing systems: lameness and behaviour*. Boston: M. Nijhoff Publishers, 1986. p.159-165.
- Rushen, J.; Munksgaard, L.; Marnet, P. G.; Depassille, A. M. Human contact and the effects of acute stress on cows at milking. *Applied Animal Behaviour Science*, v.73, n.1, p.1-14, 2001.
- Silva, L.; Marques, J. A.; Ferreira, B. P.; Oliveira, G. J. C.; Barbosa, L. P. Comportamento ingestivo de vacas lactantes e secas em pastagem de *brachiaria decumbens*. *Campo Digital*, v.5, n.1, p.34-38, dez. 2010.
- Tucker, C. B.; Weary, D. M.; Fraser, D. Influence of neck-rail placement on *free-stall* preference, use, and cleanliness. *Journal of Dairy Science*, v.88, n.8, p.2730-2737, 2005.

**(VERSÃO PRELIMINAR)**

**ARTIGO 3** **Escore de lesões, locomoção e limpeza de vacas para dois tipos de cama em *free-stall***

Artigo redigido conforme norma da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental para submissão

**Escore de lesões, locomoção e limpeza de vacas para dois tipos de  
cama em *free-stall***

**Resumo:** Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar lesões de jarrete e joelho, escore de locomoção e limpeza, em vacas holandesas alojadas em instalação para confinamento modelo *free-stall*. Empregou-se, ao todo, 36 vacas multíparas, da raça holandesa alojadas em um sistema de confinamento modelo *free-stall*, na Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco/MG, em duas alas da instalação, sendo uma com camas de borracha composta e outra ala com camas de areia. Foram avaliadas as lesões de jarrete e joelho, escore de locomoção e limpeza, através de pontuações atribuídas de acordo com a literatura. Observou-se, para os animais alojados em ambos tipos de baias, que houve uma melhora na saúde do casco em comparação com o início do período experimental. As vacas alojadas em camas de borracha demonstraram maior sujidade em comparação com as alojadas em cama de areia. A cama de borracha mostrou-se mais invasiva aos joelhos e jarretes dos animais em comparação com areia. A cama de areia demonstrou ser mais higiênica do que o colchão de borracha. Não houve relação entre o tipo de cama e o escore de locomoção, uma vez que houve melhora no escore de locomoção no término do experimento para ambas camas.

**Palavras-chave:** bem-estar, confinamento, construções rurais, comportamento, instalações para bovinos, jarrete.

**Lesion, locomotion and cleanliness scores for cows in two types of bed  
in a free-stall**

**Abstract:** The objective of the present work was to evaluate hock and knee lesions, locomotion score and cleanliness of Holstein cows lodged in a free-stall confinement installation. A total of 36 multiparous Holstein cows lodged in a free-stall confinement system, in the Embrapa Gado de Leite, in Coronel Pacheco/MG, in two wings of the installation, one with rubber-crumb beds and the other with sand beds. Lesions of the hock and knee, locomotion score and cleanliness were evaluated with scoring attributed according to literature. For the animals lodged in both types of stalls, an improvement in hoof health occurred in comparison to the beginning of the experimental period. The cows lodged in rubber-crumb beds showed greater soiling in comparison to those lodged in sand beds. The rubber-crumb bed was shown to be more invasive to the animals' knees and hocks in comparison to the sand. The sand bed presented itself as more hygienic than the rubber-crumb mattress. There was no relation between the type of bed and the locomotion score, since an improvement in the locomotion score occurred at the end of the experiment for both bed types.

**Key-words:** Welfare, confinement, rural buildings, behavior, installations for bovine, hock.

## INTRODUÇÃO

O tempo em que as vacas leiteiras permanecem deitadas é importante, pois, propicia a minimização do estresse nos pés, contribuindo para redução dos níveis de manqueira, aumentando o fluxo de sangue para a glândula mamária e, com isso, favorecendo a produção de leite, aumentando o tempo de ruminação, diminuindo os riscos de acidose ruminal sub-clínica, laminite e aumentando, ainda, o consumo de alimento (Fortes, 2009). A redução no tempo em que as vacas passam descansando pode resultar em mudanças fisiológicas associadas ao o estresse, que pode afetar a saúde e a produção do animal.

O dimensionamento e tipo de material de cama utilizado nas baias em instalações tipo *free-stall* podem afetar fortemente os comportamentos “em pé” e “deitado”, a frequência de lesões nos cascos, jarretes e joelhos do gado, bem como a ocorrência de mastite (Boone, 2009). A lesão do jarrete é um termo que engloba: ocorrência de pelos danificados ou perda dos mesmos, pele ferida ou irritada, crostas e edemas (Rutherford et al., 2008). Lesões e inchaços são considerados lesões mais graves do que áreas com perda de pelo somente (Barberg et al., 2007; Lombard et al., 2010).

Lesões no joelho e jarrete são comuns em animais criados em galpões *free-stall*, especialmente aqueles que usam colchões (Lombard et al., 2010). Fulwider et al. (2007), estudando 100 fazendas, relataram que mais de 80% das vacas alojadas em baias com cama de colchão tinham lesões nos jarretes. Os autores observaram que as vacas alojadas em baias com camas de areia tinham poucas ou ausência de lesões jarrete.

O escore de locomoção foi positivamente correlacionado com lesões de jarrete (Fulwider et al., 2007; Kielland et al., 2009; Barker et al., 2010). A presença de lesões jarrete pode levar a distúrbios da marcha, devido à restrição mecânica de flexão da articulação, infecção no local da lesão, ou dor associada à lesão (Potterton et al., 2011). Vacas mancadas deitam-se durante longos períodos de tempo (Chapinal et al., 2010), aumentando assim o tempo durante o qual eles são expostos à superfície e, aumentando potencialmente o risco de desenvolvimento de lesões (Potterton et al., 2011). Segundo Weary et al. (2009), alterações no comportamento podem indicar que o animal está sob estresse ou alguma doença.

O período de tempo em que os tapetes ou colchões estão empregados no *free-stall* também está relacionado com o desenvolvimento de lesões, pois, materiais mais velhos mostraram-se menos abrasivos, diminuindo o desenvolvimento de lesões (Potterton et al., 2011).

O objetivo com o presente trabalho foi avaliar os escores de lesões de joelho e jarrete, escore de locomoção e limpeza de vacas da raça holandesa mantidas em sistema de confinamento modelo *free-stall*, com camas de borracha composta e de areia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas instalações do Sistema Intensivo de Produção de Leite (SIPL), da Embrapa Gado de Leite, situado no Município de Coronel Pacheco, Zona da Mata de Minas Gerais, localizado à latitude de 21°33'22" Sul e à longitude de 43°06'15" Oeste, com altitude de 414 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, ou seja, clima quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e com verão quente e chuvoso.

O experimento foi realizado em um galpão de confinamento modelo *free-stall*, com 37,1 m de comprimento, 36,0 m de largura, 7,0 m de altura no centro, e 3,5 m de pé-direito, com capacidade para alojar 80 animais adultos, divididos em quatro lotes.

O galpão apresenta as seguintes características: abertura total nos quatro lados, pilares de concreto pré-moldado, piso de concreto frisado para melhor escoamento da água e dejetos, corredor central de alimentação medindo 4,5 m de largura, e corredor de manejo para condução dos grupos para a sala de ordenha de 4,1 m.

A cobertura é feita com telhas de cimento amianto, sendo a região da cumeeira descoberta, visando obter ventilação por efeito termossifão. Os oitões são fechados com telhas de cimento amianto, instaladas na posição vertical, com o objetivo de reduzir a incidência de radiação solar direta no interior da instalação.

Foram empregadas, duas alas do *free-stall*, sendo 18 camas individuais (stalls), de borracha constituída por uma capa de poliéster recheada com roletes entremeados de borracha picada (subproduto da vulcanização de pneus) e 18 camas com areia.

As vacas permaneceram com livre acesso às baias, segundo sua preferência. As ordenhas eram realizadas três vezes ao dia, às 5 h 30 min., 13 h e às 21 h (em sala de ordenha modelo espinha de peixe, contígua ao *free-stall*).

Foram observadas 18 vacas multíparas, de raça holandesa puras de origem, com produtividade média de 31,8 kg dia<sup>-1</sup> e peso médio dos animais de 573 kg. Na alimentação, o volumoso fornecido era a silagem de milho, sendo adicionados 2 kg de capim tifton picado com o intuito de aumentar o teor de fibras e assim diminuir a incidência de acidose. Também eram fornecidos 13 kg de ração Lactagem com 22% de proteína bruta (PB) com a adição de 100 g de bicarbonato de sódio. A água era disponível ad libitum.

Os animais foram mantidos na instalação, por um período de 40 dias, durante os meses de abril e maio de 2012.

A limpeza da instalação era feita diariamente por meio da recirculação da água residuária em tratamento em tanques aerados, para reduzir o consumo de água limpa.

As lesões nos joelhos e jarretes foram pontuadas uma vez no início e outra ao final do experimento, utilizando o escore de pontuação estabelecido por Norring et al. (2008). A severidade das lesões foi registrada em uma escala de seis pontos (zero: sem lesão; um: perda ou quebra de pelos; dois: pele nua; três: calos; quatro: vermelhidão da pele; cinco: cortes abertos). Lesões de jarretes e joelhos foram analisadas através de imagens fotográficas, no início do experimento (oito dias) e 30 dias após a primeira avaliação.

A saúde dos cascos das vacas foi avaliada no início e ao final do experimento por meio da observação do deslocamento dos animais, utilizando um escore de locomoção de 5 pontos, estabelecido por Sprecher et al. (1997) em que escore 1: vaca normal - sua movimentação é normal; 2: ligeiramente manca - postura arqueada ao andar, sua marcha

permanece normal; 3: moderadamente manca - postura arqueada tanto em pé ou andando, marcha afetada em um ou mais membros; 4: manca - postura arqueada e marcha com um passo de cada vez, favorece um ou mais membros; 5: vaca severamente manca - demonstrando incapacidade ou relutância extrema para suportar o peso de um ou mais dos seus membros.

Para o escore de limpeza, foi utilizada pontuação das pernas traseiras (parte inferior): 0 - sem sujeira ou respingos de dejetos; 2 - placas separadas ou contínuas de sujeira sobre as pernas incluindo o jarrete; do úbere: 0 - sem sujeira ou respingos de dejetos, 2 - com placas distintas de sujeira no úbere ou qualquer sujeira sobre e/ao redor dos tetos; do flanco e quartos traseiros (perna superior): 0 - sem sujeira ou respingos de dejetos, 2 - placas separadas ou contínuas de sujeira nos quartos e/ou flanco.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Lesão de jarrete e joelho**

A percentagem de vacas com a mesma gravidade de lesões nos joelhos foi igual no início e no final do experimento nas vacas que estavam confinadas na ala com cama de areia, sendo 56% de pele nua e 44% de calos. Ainda no aspeto das lesões nos joelhos, na ala com colchão de borracha, no início do experimento, 11% das vacas não apresentaram lesões, 22% apresentam perda de pelos, 39% apresentaram pele nua, 33% apresentaram calos e 6% cortes abertos nos joelhos. Já ao término do experimento, houve aumento na percentagem de animais com perda de pelos (33%) e pele nua (44%) nos joelhos, e diminuição na quantidade de

animais com calos (22%). Para os demais escores, não foram identificadas lesões nos joelhos das vacas (Figura 1).

Em vacas confinadas em camas de borracha, algumas lesões de joelhos mais graves foram encontradas no início do experimento, onde observou-se escore cinco (cortes abertos) em 6% dos animais. Ao término do experimento, não se detectou lesões de joelho (escore 5) nos animais que utilizavam essas camas (Figura 1).

Na avaliação das lesões de jarrete, 28% das vacas que estavam utilizando as camas de areia, não apresentaram lesões (escore 0) no início do experimento. Ao final do experimento, esse valor decaiu para 17% dos animais. A mesma tendência foi observada quanto às lesões de escore um (perda de pelos) em que, no início do período experimental, o percentual foi maior (56%) do que ao final (50%). Entretanto, houve um aumento no percentual de animais com pele nua que, ao início somavam 17%, atingindo 28% ao final. 6% das vacas apresentaram calos (escore 3) ao final do experimento, sendo que, no início do período experimental, nenhum animal apresentava este escore.

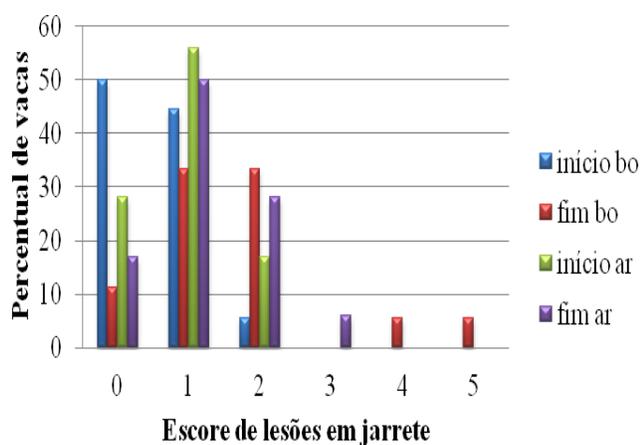
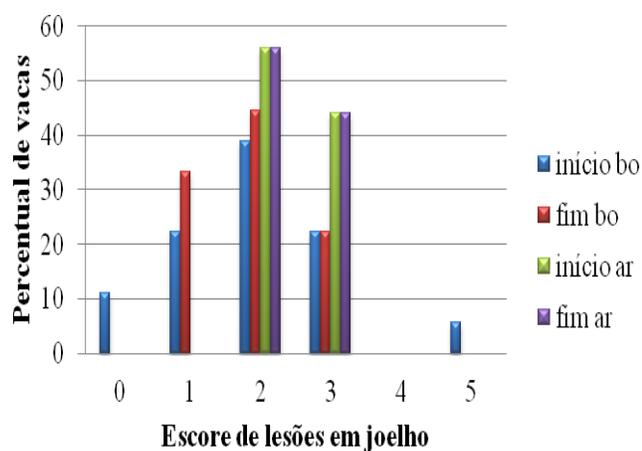


Figura 1. Percentual de vacas com Lesões em joelhos e jarretes, alojados em camas de areia e borracha, no início e no término do experimento

**Observações:**

(escore 0: sem lesão; 1: perda de pelos; 2: pele nua; 3: calos; 4: vermelhidão da pele e 5: cortes abertos).

Significado da legenda da Figura:

“início bo”: início do experimento, animais na cama de borracha;

“fim bo”: término do experimento, animais na cama de borracha;

“início ar”: início do experimento, animais na cama de areia;

“fim ar”: final do experimento, animais na cama de areia).

As vacas alojadas na ala com colchão de borracha, no início do experimento apresentaram menos lesões no jarrete (50%) e perda de pelos (44%), passando para 11% dos animais sem lesões e 33% com perdas de pelos ao final. Para os escores 2 (pele nua) 6% no início, havendo um aumento na quantidade de animais com perda de pelos no jarrete em comparação com início, passando para 33% de vacas com esse tipo de lesão no jarretes. No final do experimento apresentou lesões de jarrete que não foram observadas no início, 6% de animais com vermelhidão da pele e 6% com cortes abertos em animais que utilizavam o colchão de borracha.

No final do experimento, a gravidade das lesões foi menor nas vacas alojadas em baias com cama de areia do que naquelas que tiveram acesso a camas de borracha. Norring et al. (2008), ao estudarem lesão de jarrete em vacas alojadas em instalação com camas de areia e palha, observaram que a indecência de lesões menos graves ocorreu nos animais confinados em camas de areia. Segundo Vokey et al. (2001), quanto menos contato com a superfície do leito, maior a cicatrização da lesão. Isso indica ter havido um comportamento do animal em evitar contato entre as partes lesionadas com o colchão de borracha. Estudos de Fulwider et al. (2007) indicaram menos vacas com lesões quando mantidas em camas de areia, em comparação com aquelas alojadas em instalações com colchões cheios de borracha.

Estudos de Espejo et al. (2006) e Norring et al. (2008) relatam que baias com superfícies recobertas com areia, diminuíram a incidência de lesões nos jarretes, pelo fato de haver tendência da areia em se adaptar à forma do corpo do animal, o que pode influenciar na melhora das lesões,

uma vez que a vaca, ao deitar-se, pode posicionar os membros de tal forma a evitar a pressão sobre uma lesão.

Nas Figuras 2 e 3 podem-se visualizar lesões de joelhos e jarrete em animais alojados em baias com camas de borracha e areia no presente trabalho.

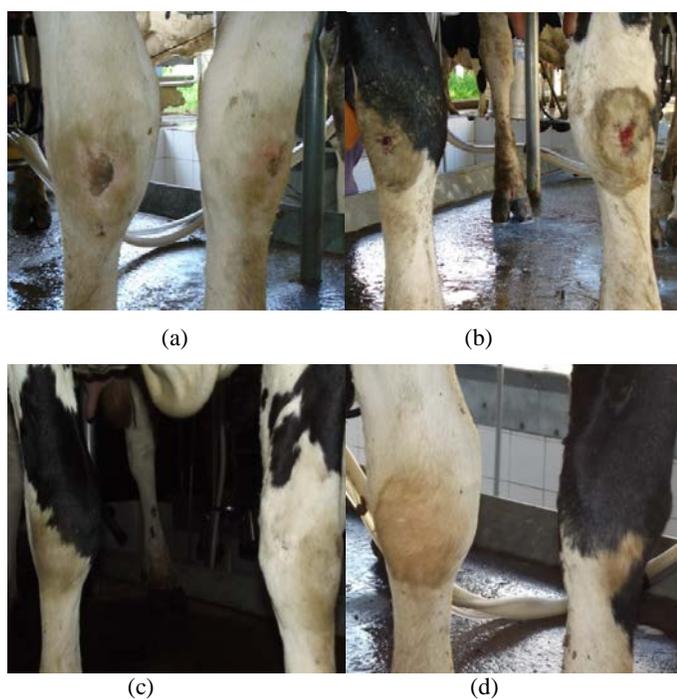


Figura 2. (a) Lesões no joelho (escore 3) de vaca alojada em cama de borracha, (b) Lesões no joelho (escore 5) de vaca alojada em cama de borracha, (c) Lesões no joelho (escore 0) de vaca alojada em cama de areia, (d) Lesões no joelho (escore 1) de vaca alojada em cama de areia

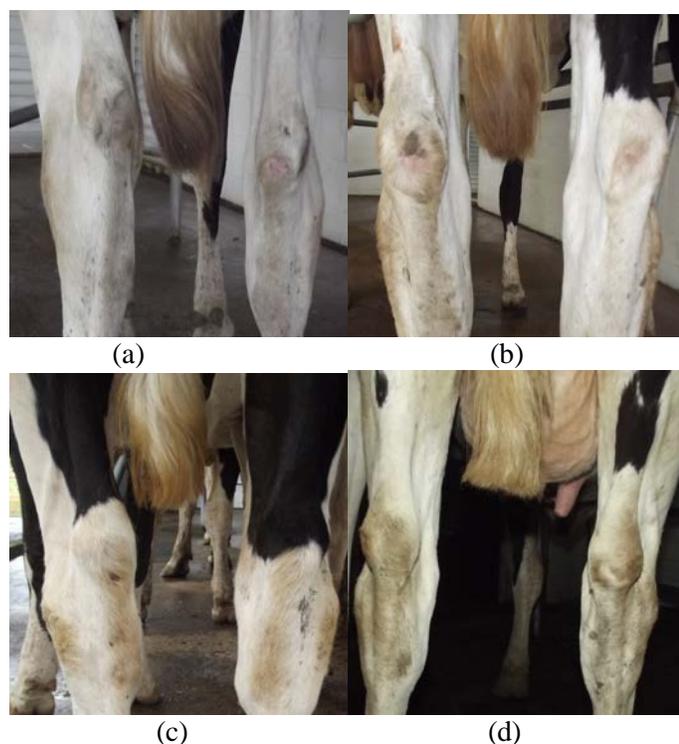


Figura 3. (a) Lesões de jarrete (escore 2) de vacas alojadas em cama de borracha, (b) Lesões de jarrete (escore 3) de vacas alojadas em cama de borracha, (c) Lesões de jarrete (escore 0) de vacas alojadas em cama de areia, (d) Lesões de jarrete (escore 1) de vacas alojadas em cama de areia

### **Escore de Locomoção**

Depreendeu-se que, tanto para os animais que estavam alojados em baias com camas de areia quanto para os que estavam em baias com borracha, houve redução dos problemas relacionados com a saúde dos cascos à medida em que transcorreu o período do experimento (Figura 4).

Os animais que utilizavam a cama de areia demonstraram menos problemas de casco em comparação com os animais que faziam o uso de baias com cama de borracha. Segundo os autores Cook et al. (2004), Espejo et al. (2006) e Norring et al. (2008), rebanhos bovinos que

utilizam cama de areia demonstraram uma menor prevalência de vacas com claudicação em comparação com vacas que utilizam esteiras de borracha. Cook (2003) sugere que os benefícios da areia como um material de cama pode vir de sua capacidade de aumentar o tempo em que o animal permanece deitado. Norring et al. (2008) observaram que a melhora da saúde dos cascos em baias de areia não ocorreu devido a um aumento do tempo deitado nesta cama, já que em seu estudos, os animais passaram mais tempo deitados na palha, demonstrando ser esta última melhor como material de cama para este aspecto, se comparada à areia.

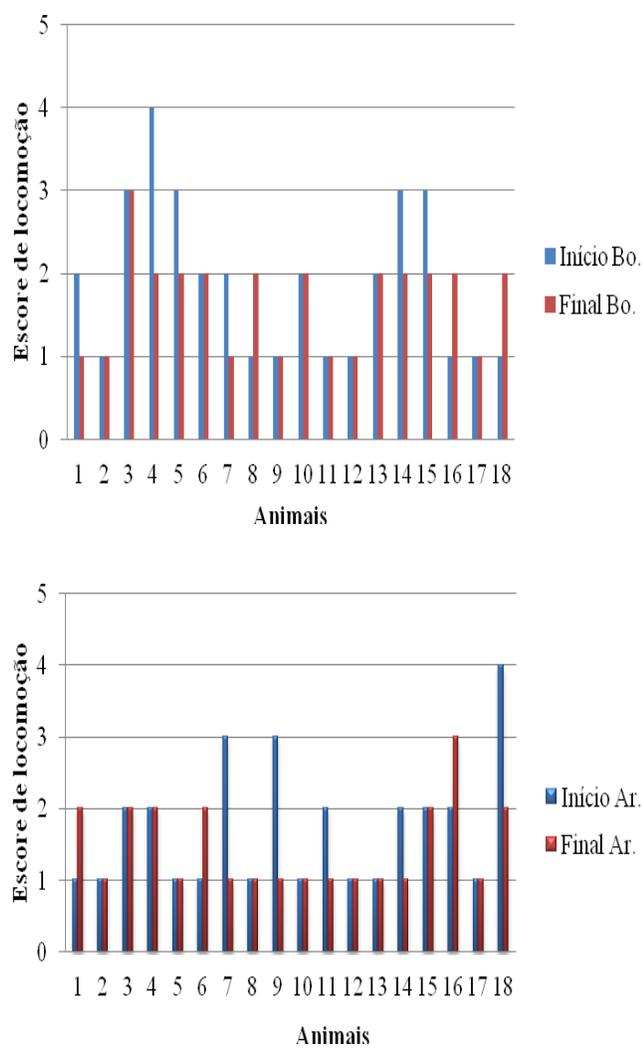


Figura 4. Escore de locomoção de animais alojados com cama de borracha e areia

Observações:

Significado da legenda da Figura:

“início bo”: início do experimento, animais na cama de borracha;

“fim bo”: término do experimento, animais na cama de borracha;

“início ar”: início do experimento, animais na cama de areia;

“fim ar”: final do experimento, animais na cama de areia).

### **Escore de Limpeza**

Para as baias com cama de areia, foi observada sujidade no úbere em 22% das vacas, nas pernas em 72% e no flanco e/ou quartos em 28% das vacas. Já 83% dos animais alojados em baias com revestimento de borracha apresentaram úberes com sujidades (Figura 5), enquanto, em relação às pernas, flanco e/ou quartos, 100% das vacas apresentaram sujidades nessas partes do corpo. Esse alto nível de sujidade nos animais alojados em cama de borracha pode ter ocorrido devido a problemas relacionados com a regulação da barra de pescoço, que tem por finalidade restringir o acesso do animal ao interior da baia na posição em pé. Fregonesi et al. (2009) relatam que o posicionamento mais restrito do trilho do pescoço restringe os movimentos das vacas na parte da frente da baia, fazendo com que quando ela esteja em pé, não consiga ficar com todo o corpo sobre a cama, reduzindo, assim o nível de sujidade da superfície da baia com urina e fezes. A limpeza corporal das vacas depende principalmente do tipo de cama e do espaço das baias (Mitev et al., 2012).

Vacas leiteiras criadas em *free-stall*, demonstraram, usualmente, sujeira em várias partes do corpo. Isso é observado como resultado da limpeza das camas ser conduzida de forma irregular (Vasilev et al., 2007). A diminuição da higiene das camas, aumenta a possibilidade de desenvolvimento de doenças nas vacas, como o desenvolvimento da mastite subclínica, e alta contagem de células somáticas no leite (Mitev et al., 2012). A escolha do material de cama é um dos fatores ambientais que mais afetam os bovinos leiteiros, pois ficam expostos à bactérias (Hogan & Smith, 1998). Acredita-se que o crescimento bacteriano em diversos

materiais de cama esteja relacionado à umidade, temperatura, pH, e o manejo da baia (Godden et al., 2008).

Chaplin et al. (2000) constataram que os escores de higiene do úbere e dos membros posteriores foram associados com as condições do piso do estábulo e materiais de cama. Os autores concluíram que as vacas eram mais limpas em tapetes de borracha do que em colchões cheios de borracha, por exemplo.

O estado de limpeza do úbere e dos membros posteriores são associados a aspectos relacionados ao estado de limpeza da superfície e dimensionamento da baia, materiais de cama, manejo de criação, influência da barra de pescoço (Bergsten & Pettersson, 1992; Chaplin et al., 2000; Zurbrigg et al., 2005).



Figura 5. (a) Vaca com escore de limpeza: 0; (b) vaca com escore de limpeza: 2.

## CONCLUSÕES

1. A cama de borracha mostrou-se mais invasiva aos joelhos e jarretes dos animais em comparação com areia.
2. A cama de areia demonstrou ser mais higiênica do que o colchão de borracha.
3. Não houve relação entre o tipo de cama e o escore de locomoção, uma vez que houve melhora no escore de locomoção no término do experimento para ambas camas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Gado de Leite, pela disponibilidade de desenvolvimento do experimento, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, e à empresa SANSUY, pelo fornecimento do material de cama empregado no presente estudo.

## LITERATURA CITADA

- Barberg, A. E.; Endres, M. I.; Salfer, J. A.; Reneau, J. K. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, v.90, n.3, p.1575-1583, 2007.
- Barker, Z. E.; Leach, K. A.; Whay, H. R.; Bell, N. J.; Main, D. C. J. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *Journal of Dairy Science*, v.93, n.3, p.932-941, 2010.

- Bergsten, C.; Pettersson, B. The cleanliness of cows ties in stalls and the health of their hooves as influenced by the use of electric trainers. *Preventive Veterinary Medicine*, v.13, n.4, p.229-238, 1992.
- Boone, R. E. Comparison of freestall bedding materials and their effect on cow behavior and cow health. Davis: University of Florida, 2009. Thesis master.
- Chapinal, N.; De Passillé, A. M.; Rushen, J.; Wagner, S. Automated methods for detecting lameness and measuring analgesia in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.93, n.5, p.2007-2013, 2012.
- Chaplin, S. J.; Tierney, G.; Stockwell, C.; Logue, D. N.; Kelly, M. An evaluation of mattresses and mats in two dairy units. *Applied Animal Behaviour Science*, v.66, n.4, p.263-272, Mar. 2000.
- Cook, N. B. Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.223, n.9, p.1324-1328, 2003.
- Cook, N. B.; Bennett, T. B.; Nordlund, K. V. Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. *Journal of Dairy Science*, v.87, n.9, p.2912-2922, 2004.
- Espejo, L. A.; Endres, M. I.; Salfer, J. A. Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, v.89, n.8, p.3052-3058, 2006.
- Fortes, R. V. S. Instalações e saúde em rebanhos leiteiros. In: Congresso Brasileiro de Buiatria, 8, 2009, São Paulo. Anais... São Paulo: Brazilian Animal Science, 2009. CD Rom.
- Fregonesi, J. A.; Von Keyserlingk, M. A. G.; Tucker, C. B.; Veira, D. M.; Weary, D. M. Neck-rail position in the free stall affects standing behavior and udder and stall cleanliness. *Journal of Dairy Science*, v.92, n.5, p.1979-1985, May 2009.

- Fulwider, W. K.; Grandin, T.; Garrick, D. J.; Engle, T. E.; Lamm, W. D.; Dalsted, N. L.; Rollin, B. E. Influence of free-stall base on tarsal joint lesions and hygiene in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.90, n.7, p.3559-3566, 2007.
- Godden, S.; Bey, R.; Lorch, K.; Fransworth, R.; Rapnicki, P. Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *Journal of Dairy Science*, v.91, n.1, p.151-159, 2008.
- Hogan, J. S.; Smith, K. L. Risk factors associated with environmental mastitis. Columbus: The Ohio State University, 1998. Disponível em: <<http://www.nmconline.org/articles/riskfactors.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2012.
- Kielland, C.; Ruud, L. E.; Zanella, A. J.; Østerås, A. J. Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in free stalls in Norway. *Journal of Dairy Science*, v.92, n.11, p.5487-5496, 2009.
- Lombard, J. E.; Tucker, C. B.; Von Keyserlingk, M. A. G.; Koprak, C. A.; Weary, D. M. Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. *Journal of Dairy Science*, v.93, n.10, p.4668-4676, Oct. 2010.
- Mitev, J.; Varlyakov, I.; Miteva, T.; Vasilev, N.; Gergovska, J.; Uzunova, K.; Dimova, V. Preferences of free stall housed dairy cows to different bedding materials. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, v.38, n.2, p.135-140, 2012.
- Norring, M.; Manninen, E.; De Passillé, A. M.; Rushen, J.; Munksgaard, L.; Saloniemi, H. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.91, n.2, p.570-576, Feb. 2008.
- Potterton, S. L.; Green, M. J.; Harris, J.; Millar, K. M.; Whay, H. R.; Huxley, J. N. Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in free stall-housed UK dairy herds. *Journal of Dairy Science*, v.94, n.6, p.2952-2963, June 2011.

- Rutherford, K. M. D.; Langford, F. M.; Jack, M. C.; Sherwood, L.; Lawrence, A. B.; Haskell, M. J. Hock injury prevalence and associated risk factors on organic and nonorganic dairy farms in the United Kingdom. *Journal of Dairy Science*, v.91, n.6, p.2265-2274, June 2008.
- Sprecher, D. J.; Hostetler, D. E.; Kaneene, J. B. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*, v.47, p.1178-1187, 1997.
- Vasilev, N.; Dinev, D.; Mitev, Y.; Koleva, M.; Miteva, C. Hygiene status of dairy cows, reared in a spacious building and resulting quality of produced milk. *Trakia Journal of Science*, v.5, n.1, p.47-51, 2007.
- Vokey, F. J.; Guard, C. L.; Erb, H. N.; Galton, D. M. Effects of alley surface on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a free-stall barn. *Journal of Dairy Science*, v.84, n.12, p.2686-2699, Dec. 2001.
- Weary, D. M.; Huzzey, J. M.; Von Keyserlingk, M. A. G. Board invited review: using behavior to predict and identify ill health in animals. *Journal Animal Science*, v.87, n.2, p.770-777, 2009.
- Zurbrigg, K.; Kelton, D.; Anderson, N.; Millman, S. Tie-stall design and its relationship to lameness, injury, and cleanliness on 317 Ontario dairy farms. *Journal of Dairy Science*, v.88, n.9, p.3201-3210, Sept. 2005.

**(VERSÃO PRELIMINAR)**