



MYLENA RIBEIRO PEREIRA

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E DO BEM-ESTAR
DE VACAS CRIADAS EM SISTEMA *COMPOST BARN* EM
CONDIÇÕES TROPICAIS**

LAVRAS - MG

2017

MYLENA RIBEIRO PEREIRA

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E DO BEM-ESTAR DE VACAS CRIADAS
EM SISTEMA *COMPOST BARN* EM CONDIÇÕES TROPICAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Mestre.

Pesq. Dr. Alessandro de Sá Guimarães

Orientador

Pesq. Dra. Maria de Fátima Ávila Pires

Prof. Dr. Márcio Gilberto Zangerônimo

Coorientadores

LAVRAS - MG

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Pereira, Mylena Ribeiro.

Avaliação do comportamento e do bem-estar de vacas criadas em sistema *compost barn* em condições tropicais / Mylena Ribeiro Pereira. - 2017.

77 p. : il.

Orientador: Alessandro de Sá Guimarães.

Coorientadores: Maria de Fátima Ávila Pires, Márcio Gilberto Zangerônimo.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Confinamento. 2. Conforto. 3. Estresse calórico. I. Guimarães, Alessandro de Sá. II. Pires, Maria de Fátima Ávila. III. Zangerônimo, Márcio Gilberto. IV. Título.

MYLENA RIBEIRO PEREIRA

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E DO BEM-ESTAR DE VACAS CRIADAS
EM SISTEMA *COMPOST BARN* EM CONDIÇÕES TROPICAIS**

***ASSESSMENT OF THE PERFORMANCE AND WELFARE OF DAIRY COWS
REARED IN THE COMPOST SYSTEM IN TROPICAL CONDITIONS***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de julho de 2017.

Pesq. Dra. Maria de Fátima Ávila Pires

EMBRAPA

Profa. Dra. Nadja Gomes Alves

UFLA

Pesq. Dr. Alessandro de Sá Guimarães

Orientador

Prof. Dr. Márcio Gilberto Zangerônimo

Coorientador

LAVRAS - MG

2017

Dedico:

À minha mãe Laura

Ao meu pai Manoel (*in memoriam*)

À minha sobrinha Lara

AGRADECIMENTOS

À minha família que é minha base e de onde eu tiro forças para seguir firme em meu caminho. Obrigada por me apoiarem, pelas orações e por estarem sempre ao meu lado. Agradeço especialmente à Suzana e ao Rodrigo por se importarem tanto comigo. Também agradeço ao Welbert e a Mayara.

Ao Rafael por tornar meus dias mais felizes e por querer fazer parte da minha vida. Obrigada por me apoiar em todos os momentos.

Ao pesquisador Dr. Alessandro de Sá Guimarães e à pesquisadora Dra. Maria de Fátima Ávila Pires por terem me dado a oportunidade de realizar este trabalho e também por contribuírem tanto com o meu crescimento profissional e pessoal. Obrigada por todo aprendizado, conselhos, atenção, pelo suporte e incentivo dados a mim.

Aos pesquisadores Dr. Márcio Roberto Silva e Dr. Bruno Campos de Carvalho que muito me ajudaram e contribuíram para melhorar meu trabalho. Obrigada por tudo que me ensinaram e fizeram por mim durante este período.

À analista de pesquisa Letícia Caldas Mendonça por estar sempre disposta a me ajudar, pelos conselhos e pela contribuição na construção da minha dissertação.

À professora Nadja Gomes Alves por ter feito parte do processo inicial e final do meu mestrado, contribuindo com meu desenvolvimento profissional.

Ao professor Márcio Gilberto Zangerônimo por toda atenção e conselhos dados a mim durante o período de mestrado.

Aos proprietários das fazendas onde foram realizados nosso estudo, suas famílias e funcionários que tornaram nossos dias de coleta de dados mais leves. Agradeço também aos animais, porque sem eles não faria meu trabalho.

Aos colegas Bárbara, Juninho e Fabrício pela ajuda na coleta de dados e pela companhia. Agradeço especialmente a Bárbara por toda ajuda e disposição durante o desenvolvimento da minha pesquisa.

Aos professores da UFLA Dra. Christiane Rocha, Dr. Raimundo Vicente, Me. Sérgio Bambirra, Dra. Mary Varaschin, Dr. Rony Ferreira, Dr. Flávio Damasceno por toda ajuda e a todos professores que contribuíram com a minha formação.

À Fátima, secretária da pós-graduação, agradeço por me ajudar e me tratar tão bem sempre.

À Letícia Scafutto pela ajuda, paciência e amizade.

À Dona Neuza, à pesquisadora Dra. Heloísa Carneiro, e à Mariana, seu pai Paulo e a Amelie por abrirem as portas de suas casas para mim e me tratarem tão bem em Juiz de Fora. Sou muito grata a vocês por isso.

Ao meu grande amigo Thiago Rueda pelas orações e por fazer parte da minha vida, sempre se importando comigo.

Ao meu amigo Guilherme pelas caronas até Juiz de fora e pela companhia.

Aos meus amigos Sebastián, Bárbara, Mel, Fabiane, Acsa e Jesus que tornaram meus dias no mestrado mais leves e felizes. Obrigada por toda ajuda.

À CAPES por me fornecer a bolsa de mestrado, o que contribuiu muito para que eu pudesse desenvolver meu estudo.

À UFLA por toda oportunidade que vem me dando ao longo desses anos, contribuindo com minha formação profissional e me tornando cada dia melhor.

Tenho muito a agradecer, são muitas pessoas que contribuíram e participaram da minha vida durante esses 2 anos de mestrado. Eu tenho guardado em minha mente cada gesto, cada detalhe, por menor que tenha sido eu agradeço.

Por fim, agradeço a Deus e aos seres espirituais que me acompanham. Sei que minha proteção espiritual é muito forte e sou muito grata por isso.

RESUMO

O comportamento do gado de leite pode ser afetado pelo tipo de sistema de criação. O sistema *compost barn* (CB) para gado de leite foi desenvolvido com o intuito de melhorar o conforto, a saúde e a longevidade dos animais, e também facilitar as práticas de manejo. O objetivo deste estudo foi caracterizar o comportamento de vacas holandesas em lactação confinadas em sistema CB em clima tropical. Para isso, foram monitorados o comportamento de 33 vacas em lactação no período de inverno e 31 no período de verão em uma propriedade (fazenda 1). Em uma segunda propriedade (fazenda 2), foram monitorados os comportamentos de 40 vacas em lactação (20 primíparas e 20 pluríparas) no período de inverno. Os registros dos comportamentos foram obtidos a cada 15 minutos, durante 48 horas, com interrupção nos períodos de ordenhas e nos horários de revolvimento da cama. Os comportamentos registrados foram: em pé ruminando (EPR), em pé em ócio (EPO), em pé comendo (EPC), deitada em ócio (DO) ou deitada ruminando (DR). Além da avaliação do comportamento dos animais, foram observados e registrados o escore de locomoção (EL), o escore de sujidade (ES), a temperatura e umidade relativa do ar dentro do galpão para posterior cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU). Foram realizadas análises de regressão linear simples e múltiplas para avaliar a relação entre cada uma das respostas comportamentais e as possíveis variáveis explicativas. Posteriormente, as variáveis foram submetidas à análise de variância, com comparação das médias pelo teste de Tukey e SNK ao nível de significância de 5%. Análises descritivas foram utilizadas para caracterizar as observações visuais diretas dos comportamentos fornecendo médias em horas/dia. Os dados bioclimatológicos do ambiente (temperatura, umidade relativa e índice de temperatura e umidade) foram expressos em médias, bem como a temperatura superficial da cama do CB. Os escores de locomoção, de sujidade e de condição corporal foram apresentados em forma de porcentagens, sendo os dois primeiros avaliados quantitativamente por distribuição qui-quadrado. O bioclima dentro do sistema CB na fazenda 1 foi próximo ao do ambiente externo. O ITU médio nos dias de realização da pesquisa não excedeu 74, sendo que em grande parte do período de avaliação os animais estavam submetidos a um ambiente sem estresse térmico. Os escores de locomoção predominantes em ambas fazendas foram escore 0 (normal) e escore 2 (claudicação leve), não houve animal com escore 3 (claudicação grave). Do mesmo modo em ambas propriedades o comportamento dos animais foi influenciado pelo manejo e principalmente pela alimentação. Os animais se alimentaram entre 3 a 6 h/dia, a atividade de ruminação foi de 6 a 8 h/dia e o comportamento de deitar foi de 10 a 12 h/dia. Estes são os principais comportamentos que indicam o grau de conforto a que os animais estão submetidos. Diante destes resultados podemos inferir que as vacas em lactação alojadas em sistema CB em clima tropical apresentaram comportamento natural e condizente com estado de conforto. O escore de sujidade dos animais foi elevado, indicando a necessidade dos produtores terem maior atenção ao manejo do composto para melhorar ainda mais o conforto e bem-estar dos animais criados nesse sistema.

Palavras-chave: Confinamento. Conforto. Estresse calórico. Gado de leite. Manejo.

ABSTRACT

The behavior of dairy cattle can be affected by the type of housing system in which they are raised. The compost barn system for dairy cattle was developed to improve animal comfort, health and longevity, as well as to facilitate handling practices. The aim of this study was to characterize the behavior of cows in a compost barn in tropical climate. Thirty-three lactating cows were monitored in the winter period and 31 in the summer period. In a second property, the behaviors of 40 lactating cows (20 primiparous and 20 multiparous) during the winter period were monitored. . Records of behaviors were taken every 15 minutes for a total 48 hours, with interruptions in the milking periods and at stirring up bed. The recorded behaviors were: standing up ruminating, standing in idleness, standing up eating, lying down in idleness or lying down ruminating. During the summer period, the animals' average resting time was similar to the one expected for high production cows. In addition to evaluating the behavior of the animals, we recorded the locomotion score, dirt score, and temperature/relative humidity of the air inside the barn for further calculation of the temperature and humidity index (THI). Simple and multiple linear regression analyzes were performed to evaluate the relationship between each of the behavioral responses and the possible explanatory variables. Subsequently, the variables were submitted to analysis of variance, with a comparison of the means Tukey test and SNK at a significance level of 5%. Descriptive analyzes were used to characterize the direct visual observations of the behaviors providing averages in hours/day. The bioclimatological data of the environment (temperature, relative humidity and temperature and THI) were expressed in averages, as well as the bed surface temperature of CB. Locomotion, dirt and body condition scores were presented as percentages, in the first two of which were quantitatively by chi-square distribution. The bioclimate within the CB system on the farm 1 was close to the external environment. The mean THI on the days of the survey did't exceed 74, and in a large part of the evaluation period the animals were submitted to an environment without thermal stress. The predominant locomotion score in both farms was score 0 (normal) and score 2 (mild claudication), there were no animals with score 3 (severe claudication). Similarly in both properties the behavior of the animals was influenced by the management of the property and mainly by the feeding. The animals were feed from 3 to 6 h / day, the rumination activity was from 6 to 8 h / day and the behavior of lying down was from 10 to 12 h / day. These are the main behaviors that indicate the degree of comfort in which the animals are submitted. In view of these results, we can infer that lactating cows housed in a CB system in tropical climate presented a natural behavior consistent with a state of comfort. The animals' soiling score was high, indicating the need for producers to pay greater attention to the correct management of the compound to further improve the comfort and welfare of the animals raised in this system.

Key words: Confinement. Comfort. dairy cattle. Heat stress. Handling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Face leste do sistema compost barn: (a) ventiladores e cama (b) corredor de alimentação, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.....	34
Figura 2 - Sistema compost barn: (a) cocho de alimentação (face leste) e (b) bebedouro (face oeste), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	35
Figura 3 - Sistema compost barn: (a) corredor de alimentação (face leste) (b) bebedouro (face oeste), fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.....	37
Figura 4 - Médias do índice de temperatura e umidade (ITU) no interior do galpão de <i>compost barn</i> em diferentes períodos do dia durante o inverno na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	43
Figura 5 - Médias do índice de temperatura e umidade (ITU) no interior do galpão de <i>compost barn</i> em diferentes períodos do dia durante o verão na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	43
Figura 6 - Atividade de alimentação de vacas holandesas criadas em sistema compost barn ao longo do dia nos períodos de verão e inverno, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	51
Figura 7 - Tempo em minutos das atividades (comendo, ruminando e ócio) dos animais em função do escore de locomoção, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.....	53
Figura 8 - Tempo em minutos das posturas (em pé e deitada) dos animais em função do escore de locomoção, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	53
Figura 9 - Médias do índice de temperatura e umidade (ITU) no interior do galpão de compost barn em diferentes períodos do dia durante o inverno na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.	55
Figura 10 - Escore de condição corporal de vacas primíparas holandesas criadas em sistema compost barn na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.....	57
Figura 11 - Escore de condição corporal de vacas pluríparas holandesas criadas em sistema compost barn na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da alimentação e análise bromatológica dos nutrientes das dietas fornecidas para os animais nas diferentes estações no período de inverno e verão na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	34
Tabela 2 - Composição da alimentação e análise bromatológica dos nutrientes das dietas fornecidas para os animais nas diferentes estações no período de inverno e verão na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.	36
Tabela 3 - Descrição do escore de locomoção utilizado nas propriedades 1 e 2, localizadas respectivamente nos municípios de Itamonte e Cruzília, Minas Gerais.	40
Tabela 4 - Dados meteorológicos obtidos no interior do galpão de <i>compost barn</i> nos períodos de inverno e verão: médias, mínimos e máximos de temperatura (T °C), umidade relativa (UR%) e índice de temperatura e umidade (ITU), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	42
Tabela 5 - Dados meteorológicos obtidos no exterior do galpão de <i>compost barn</i> nos períodos de inverno e verão: média de temperatura ambiente (T °C), umidade relativa (UR%) e índice de temperatura e umidade (ITU), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	43
Tabela 6 - Temperatura superficial da cama do <i>compost barn</i> e temperatura ambiente no período de inverno e verão na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	44
Tabela 7 - Médias em horas dos comportamentos de vacas holandesas criadas em sistema <i>compost barn</i> , duração da ordenha e revolvimento da cama nos períodos de inverno e verão, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	45
Tabela 8 - Tempo em minutos dos comportamentos em função da estação do ano, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	46
Tabela 9 - Tempo em minutos das posturas e atividades dos animais em função da estação do ano, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	46
Tabela 10 - Análises de comparação de médias em minutos divididos por períodos do dia para os comportamentos em pé comendo (EPC) em relação a estação inverno e verão, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	49

Tabela 11 - Análises de comparação de médias em minutos divididos por períodos do dia para o comportamento deitada ruminando (DR) em relação a estação inverno e verão, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	49
Tabela 12 - Análises de comparação de médias em minutos divididos por períodos do dia para o comportamento deitada em ócio (DO) em relação a estação inverno e verão, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	50
Tabela 13 - Tempo em minutos das atividades (comendo, ruminando e ócio) e posturas (em pé e comendo) dos animais em função da ordem de parto, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	51
Tabela 14 - Tempo em minutos das atividades (comendo, ruminando e ócio) e posturas (em pé e comendo) em função da produção, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	52
Tabela 15 - Escore de locomoção de vacas holandesas criadas em sistema compost barn, município de Itamonte, Minas Gerais.	52
Tabela 16 - Escore de sujidade de rebanho manejado em sistema compost barn na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.	54
Tabela 17 - Temperatura superficial da cama do compost barn e temperatura ambiente no período de estudo na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais	56
Tabela 18 - Médias em horas dos comportamentos de vacas holandesas criadas em sistema compost barn no período de inverno, fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais	58
Tabela 19 - Tempo em minutos dos comportamentos (em pé comendo, em pé ruminando, em pé em ócio, deitada ruminando, deitada em ócio) em função da ordem de parto, fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais	59
Tabela 20 - Escore de locomoção de vacas holandesas (primíparas e pluríparas) criadas em sistema compost barn, fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais	60
Tabela 21 - Tempo em minutos dos comportamentos (em pé comendo, em pé ruminando, em pé em ócio, em pé ruminando, deitada ruminando, deitada em ócio) em função do escore de locomoção, fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais	60
Tabela 22 - Tempo em minutos da atividade de ócio em função da ordem de parto (primíparas e pluríparas) e do escore de locomoção (normal e claudicação), fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.....	61

Tabela 23 - Tempo em minutos da atividade de ruminação em função da ordem de parto (primíparas e pluríparas) e do escore de locomoção (normal e claudicação), fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais	61
Tabela 24 - Escore de sujidade de vacas criadas em sistema compost barn na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Bovinocultura leiteira no Brasil	17
2.2	Sistema <i>compost barn</i>	18
2.2.1	Compostagem	18
2.2.2	Estrutura do galpão	19
2.3	Comportamento de vacas leiteiras	20
2.4	A importância do bem-estar de animais de produção	25
2.5	Indicadores de bem-estar animal	26
2.5.1	Escore de locomoção	27
2.5.2	Escore de condição corporal	28
2.5.3	Escore de sujidade	29
2.5.4	Índice de conforto térmico	30
3	OBJETIVOS	32
3.1	Objetivo geral	32
3.2	Objetivos específicos	32
4	MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1	Fazenda 1	33
4.1.1	Caracterização e descrição do sistema <i>compost barn</i>	33
4.1.2	Alimentação do rebanho	34
4.1.3	Ordenha dos animais	35
4.1.4	Manejo da cama	35
4.2	Fazenda 2	35
4.2.1	Caracterização e descrição do sistema <i>compost barn</i>	36
4.2.2	Alimentação	36
4.2.3	Ordenha dos animais	37
4.2.4	Manejo da cama	37
4.3	Parâmetros avaliados nas duas propriedades	37
4.3.1	Índice de conforto térmico	37
4.3.2	Temperatura de superfície da cama	38
4.3.3	Análise bromatológica da dieta total	38
4.3.4	Escore de condição corporal (ECC)	38
4.3.5	Monitoramento do comportamento dos animais	39
4.3.6	Escore de locomoção (EL)	39
4.3.7	Escore de sujidade (ES)	40
4.4	Análise estatística	40
4.4.1	Análises descritivas	40
4.4.2	Análises de modelos univariados e multivariados de regressão	41
4.4.3	Análise de variância (ANOVA)	41
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42

5.1	Fazenda 1 – Estudo de comportartamento de vacas em lactação criadas em sistema <i>compost barn</i> durante duas estações do ano	42
5.1.1	Índice de conforto térmico	42
5.1.1	Temperatura de superfície da cama	44
5.1.2	Análise bromatológica da dieta total.....	44
5.1.3	Escore de condição corporal	45
5.1.4	Monitoramento do comportamento dos animais.....	45
5.1.5	Escore de locomoção.....	52
5.1.6	Escore de sujidade	54
5.2	Fazenda 2 – Comparação do comportamento de vacas primíparas e pluríparas em sistema <i>compost barn</i>	55
5.2.1	Índice de conforto térmico	55
5.2.2	Temperatura de superfície da cama	56
5.2.3	Análise bromatológica da dieta total.....	56
5.2.4	Escore de condição corporal	56
5.2.5	Monitoramento do comportamento dos animais.....	57
5.2.6	Escore de locomoção (EL)	59
5.2.7	Escore de sujidade	61
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	64
	ANEXO A - PLANILHA DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE VACAS HOLANDESAS CRIADAS EM SISTEMA <i>COMPOST BARN</i>	74
	ANEXO B - ANÁLISES DE MODELOS UNIVARIADOS DA FAZENDA 1, MUNICÍPIO DE ITAMONTE, MINAS GERAIS	75
	ANEXO C - ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS EFEITOS FIXOS (OU DAS VARIÁVEIS CLASSIFICATÓRIAS)	77

1 INTRODUÇÃO

O tipo de sistema em que bovinos de leite são criados possui grande influência sobre a saúde e a longevidade destes animais. Os sistemas de criação intensivo para gado de leite otimizam e facilitam o manejo do rebanho (BARBERG et al., 2007b). Todavia, em sistemas intensivos convencionais os animais ficam restritos em relação à sua movimentação e a sua liberdade de exercer seu comportamento normal (BERNARDI et al., 2009). A dimensão e a superfície em que os animais se deitam têm grande influência sobre seus comportamentos. O número de vezes em que o animal se levanta e se deita durante o dia pode ser usado para medir o conforto dos mesmos (HALEY et al., 2001). Alguns tipos de sistemas possuem pouca área de cama disponível (PALMER, 1995), muitas vezes apresentam alta densidade de animais elevando o comportamento de ociosidade e influenciando no tempo de descanso das vacas (HILL et al., 2009). Os pisos de concreto também podem influenciar na saúde dos animais gerando problemas nas articulações e cascos (COOK, 2002; BARBERG et al., 2007b).

Nos últimos anos muitos produtores de gado de leite têm aderido a um tipo de sistema alternativo conhecido como *compost barn* (CB). O sistema CB pode ser classificado em dois modelos diferentes: o Israelense (cama composta apenas por esterco, pobre em carbono) e o Americano (cama composta normalmente por serragem e esterco, rico em carbono). O foco deste estudo será o modelo Americano. O CB modelo Americano foi idealizado na década de 80 na cidade de Virgínia-EUA, mas só em 2001 começou a ter adeptos neste mesmo país. Este sistema consiste de uma grande área com muros de concreto de 1,2 metros de altura. Diferente dos sistemas convencionais, o material de cama é composto normalmente por serragem ou maravalha, contendo no mínimo 40 cm de altura de material de cama. Os animais permanecem livres dentro do estábulo e eliminam fezes e urina sobre a cama. Esta cama necessita ser revolvida pelo menos duas vezes ao dia para que haja aeração e incorporação das excretas no composto (JANNI et al., 2007; BARBERG et al., 2007b; ENDRES; BARBERG, 2007; BLACK et al., 2013).

O CB não possui repartições, sendo recomendado para acomodação e conforto dos animais um espaço de 9,4 m²/vaca (WARD et al., 2002). O excesso de animais no galpão pode elevar a umidade da cama, assim afetando o processo de compostagem, resultando em vacas com escore de sujidade elevado e conseqüentemente prejudicando a saúde do úbere dos animais (BLACK et al., 2014). Para se obter uma compostagem eficiente a umidade da cama deve ser mantida entre 40 a 60% (BEWLEY et al., 2013). Os principais motivos para os

produtores aderirem a este sistema seriam o conforto e longevidade das vacas, além da facilidade de manejo (BARBERG et al., 2007).

No Brasil, a adoção do sistema CB é relativamente recente e são escassos estudos referentes a este sistema para bovinos leiteiros. A adesão de pecuáristas brasileiros a este tipo de instalação vem crescendo de forma substancial (NEIVA, 2016). Diante disso, este estudo foi desenvolvido para avaliar aspectos comportamentais, de ambiência, indicadores de bem-estar animal e parâmetros de saúde de animais confinados em sistema *compost barn*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bovinocultura leiteira no Brasil

O Brasil se encontra em quinto lugar no ranking mundial de produção de leite com a produção anual estimada em 35 milhões de litros (IBGE, 2016). Para melhorar esta posição em cenário internacional é necessário que haja uma reestruturação da cadeia produtiva leiteira, com foco no aumento da eficiência produtiva, na redução de custos de produção, na melhoria dos produtos finais e na sustentabilidade (VILELA, 2011). O sistema de produção de gado de leite pode ser classificado como extensivo, semi-intensivo ou intensivo, sendo que, quanto maior o grau de intensificação, maior a tendência de aumento da produtividade por área. O sistema intensivo em confinamento é utilizado normalmente para animais puros de raças taurinas, principalmente da raça holandesa, com produção de leite acima de 20 kg por dia (BRITO, 2009). Animais desta raça são mais produtivos quando comparadas a outras raças. No Brasil, outras raças como girolando, pardo-suíço e jersey possuem destaque para produção de leite (FIALHO, 2012).

O sistema de produção intensivo para gado de leite mais difundido é a instalação *free stall* (FS). Esse sistema surgiu na década de 1950, nos Estados Unidos (EUA). Nesse tipo de habitação os animais permanecem lado a lado, em baias individuais contendo cama macia, onde normalmente se utiliza areia. As vacas têm acesso às baias pela parte posterior, permitindo que as mesmas possam sair ou entrar livremente. O piso do corredor de alimentação é de concreto e frisado para evitar queda dos animais (CAMPOS et al., 2006). Sistemas intensivos de criação de gado de leite têm sido desenvolvidos com diferentes tipos pavimentação, como piso ou cobertura de borracha, cama de areia ou aparas de madeira seca e serragem (DEVRIES et al., 2015). O uso de instalações com baias livres contendo cama de areia pode apresentar efeitos positivos sobre indicadores de bem-estar animal como escore de sujidade, índice de locomoção e produção de leite (ANDREASEN; FORKMAN, 2012).

Recentemente um sistema de criação vem chamando atenção dos criadores de gado de leite no Brasil, o sistema *compost barn* (CB). Esse sistema foi idealizado na década de 1980 nos EUA, mas só em 2001 começou a ter adeptos (JANNI et al., 2007). No Brasil, os produtores de gado de leite começaram a ter interesse e aderir a esse sistema em 2012 (SANTOS, 2012). O sistema CB permite que as vacas sejam manejadas em lotes, fornecendo um espaço mais amplo para descanso, com objetivo de fornecer melhor conforto aos animais (JANNI et al., 2007).

2.2 Sistema *compost barn*

O CB é um sistema que consiste em uma extensa área de descanso, geralmente com cama de maravalha ou serragem. Esta grande área de descanso aberta é o seu diferencial, onde as vacas permanecem livres para descansar, se alimentar, deitar e interagir. Este sistema foi criado com o intuito de melhorar o conforto, a saúde e a longevidade dos animais, e também facilitar as práticas de manejo (ENDRES; BARBERG, 2007; BARBERG et al., 2007a; 2007b; BEWLEY, 2012; BLACK, 2013; ASTIZ, 2014).

Em comparação com o sistema de criação FS, as vacas criadas no CB têm maior liberdade de movimento e podem deitar de maneira a expressar seu comportamento natural sem restrições de espaço, podendo se sentir mais confortáveis e permanecer maior tempo deitadas. Além disso, no tempo em que as vacas permanecem em pé, elas estão em uma superfície macia, assim melhorando a saúde do casco e reduzindo problemas de claudicação, quando comparado a outros tipos de sistemas intensivos de criação (BARBERG et al., 2007b; BEWLEY; TARABA, 2009; LOBECK et al., 2011; BURGSTALLER et al., 2016).

Um estudo realizado com a transferência de vacas leiteiras de um galpão FS para um CB mostrou que os animais, permaneceram 4 horas por dia a mais deitados no sistema CB em relação ao FS (13,1 e 9,1 horas/dia, respectivamente) (ECKELKAMP et al., 2013). A claudicação em bovinos é reconhecida como um dos problemas mais graves em explorações leiteiras, influenciando na saúde, comportamento e bem-estar dos animais (BARBERG et al., 2007b). Black et al. (2003) encontraram uma frequência de 69,1% de vacas criadas em sistema CB com escore de locomoção normal. A superfície mais macia do sistema CB contribui para diminuição da claudicação dos animais.

Produtores que adotaram o sistema CB se mostraram satisfeitos e entre os benefícios citados por eles o principal foi o aumento do conforto das vacas, seguido de melhoria da limpeza dos animais, diminuição do odor e da quantidade de moscas no ambiente (BLACK, et al., 2013). Quando o sistema CB é bem manejado, nota-se aumento na produção e melhoria na qualidade de leite, com redução da contagem de células somáticas (CCS) e redução nas taxas de mastite (BLACK et al., 2013; ASTIZ et al., 2014). Além disso, efeitos positivos foram observados na fertilidade das vacas como aumento nas taxas de detecção de cio e de prenhez (ENDRES; BARBERG, 2007).

2.2.1 Compostagem

O piso nesse sistema, normalmente é coberto por maravalha ou serragem. Este material de cama deve ter altura mínima de 40 centímetros (BLACK et al., 2013). As fezes e

urina são depositados sobre a cama e esta é revolvida mecanicamente duas vezes ao dia para que haja infiltração de oxigênio nas camadas mais profundas com o intuito de se obter um material orgânico por meio da realização da compostagem. A compostagem ocorre através da mistura de uma fonte de carbono (ex.: serragem ou maravalha) com o nitrogênio proveniente do material orgânico (fezes e urina). A proporção de C:N deve estar entre 25:1 e 30:1 (BEWLEY et al., 2012, 2013). Este processo faz com que ocorra um aumento da temperatura da cama, causando a diminuição da umidade e também reduzindo a população de microrganismos patogênicos. A faixa de umidade ideal do composto é de 40 a 60% (BEWLEY; TARABA 2009; GALAMA 2011; BEWLEY et al., 2013).

O manejo adequado da cama é fundamental para que o processo de compostagem seja eficiente. É importante que seja mantida a umidade ideal do composto, assim como estruturas bem projetadas e ventilação apropriada (JANNI et al., 2005, 2007). A presença de microrganismos aeróbicos é essencial para que ocorra a degradação da matéria orgânica. A compostagem é um processo aeróbico, por isso é necessário o revolvimento da cama para que haja a introdução de oxigênio, carbono, nitrogênio e para o controle da umidade. As temperaturas de superfície da cama são próximas a temperatura do ar, pois o calor é dissipado pela evaporação e pelo movimento do ar, no entanto, a temperatura média no interior da compostagem atinge aproximadamente 52°C (BEWLEY et al., 2013).

A cama é repostada ou trocada quando se torna úmida a ponto de notar o aumento do escore de sujidade dos animais. Este sistema proporciona uma diminuição nos custos e mão de obra com armazenamento e descarte de dejetos (JANNI et al., 2005, 2007).

2.2.2 Estrutura do galpão

O sistema CB deve ser projetado com orientação Leste-Oeste para melhor aproveitamento de ventos e reduzir a incidência direta de luz solar dentro do local. Além da ventilação natural, se faz necessário a utilização de ventiladores para remoção do calor do processo de compostagem, diminuição da umidade da cama e também para dissipar o calor dos animais pelo do processo de convecção. Neste sentido (Leste-Oeste), o fluxo de ar será mais uniforme, a cama ficará mais seca, minimizando o crescimento bacteriano indesejado e conseqüentemente, as vacas ficarão mais limpas, melhorando a saúde e imunidade das mesmas (SCHOPER, 2006; BEWLEY; TARABA, 2009).

A estrutura do CB normalmente apresenta uma mureta de concreto de 1,2 metros de altura, incluindo o corredor de alimentação e uma área de repouso que pode variar entre 9 a 15 m² por vaca dependendo da raça (NRCS, 2007; GALAMA, 2011; BEWLEY, 2012;

BLACK, 2013). A recomendação da altura do pé direito lateral é de 4,8 metros, para que haja ventilação adequada e facilitar o acesso dos maquinários na realização do revolvimento da cama (NRCS, 2007; BEWLEY, 2012). Há indicação que o telhado possua um beiral de 90 cm com o objetivo de impedir que água da chuva escoe para dentro do composto. No cume do telhado recomenda-se que seja instalado lanternins afim de maximizar a ventilação (JANNI, 2004; BEWLEY, 2012).

A pista de alimentação pode estar localizada anexa ao galpão, onde as vacas terão livre acesso pelo lado de dentro da cama, pelo corredor de alimentação, geralmente cimentado. Os bebedouros devem ser construídos no corredor de alimentação, não permitindo que as vacas tenham acesso a eles pelo lado de dentro da cama (BEWLEY, 2012).

2.3 Comportamento de vacas leiteiras

Observar o comportamento de vacas leiteiras em um sistema de produção é importante para avaliar o bem-estar, o estado de saúde e o conforto em que estes animais estão submetidos (MATTACHINI, et al., 2013). O exercício de comportamento natural de alimentação, ruminação e repouso dos bovinos são essenciais para sua saúde, bem-estar e produtividade. Qualquer alteração na rotina de um rebanho leiteiro irá representar desvios comportamentais nos animais, tendo como consequência diminuição do desempenho e perdas na produção (KRAWCZEL; GRANT, 2009; HILL et al., 2007).

Vacas leiteiras criadas em sistema de confinamento passam em torno de 4 a 6 horas se alimentando em um período de 24 horas, com uma média de 7,3 refeições/dia (DEVRIES et al., 2003; AZIZI et al., 2010). Esses animais normalmente possuem comportamentos sincrônicos, de maneira que muitos animais se alimentam, ruminam e descansam ao mesmo tempo. (MILLER; WOOD-GUSH, 1991). O tempo em que bovinos leiteiros permanecem se alimentando pode variar em função de diversos fatores, entre eles ordem de parto, produção, estágio de lactação, quantidade e qualidade dos ingredientes presentes na alimentação, bem como os horários de fornecimento de alimento (CARVALHO et al., 2003; DEVRIES; von KEYSERLINGK, 2005; O'DRISCOLL et al., 2009; AZIZI et al., 2010). Segundo Albright (1993), bovinos possuem padrão de alimentação diurno, quando criados livres exercem essa atividade com maior intensidade ao nascer e ao pôr do sol. Já quando esses animais são criados em sistemas intensivos os picos de alimentação e o tempo gasto com esse comportamento ocorrem imediatamente após a entrega do alimento no cocho (SCHIRMANN et al., 2012) e após a ordenha (ADIN et al., 2009).

Quanto maior a produção de leite do rebanho leiteiro maior será a exigência de nutrientes. O teor de matéria seca em uma dieta completa deve estar em torno de 50 a 75%. Alterações para mais ou para menos na matéria seca podem limitar o tempo em que os animais permanecem se alimentando. Os próprios animais têm a capacidade de controlar naturalmente a ingestão de matéria seca do alimento, ou seja, quando fornecida uma dieta completa com alto teor de MS o tempo em que os animais ficarão se alimentando será menor, pois eles ficarão saciados mais rapidamente, este fato se dá por regulação fisiológica (CONRAD et al., 1964; CARVALHO et al., 2003).

A ordem de parto também tem influência no tempo de alimentação. Um estudo realizado com vacas pluríparas em lactação das raças holandesas e mestiças (holandesa x brown swiss) alojadas em sistema FS mostrou que as mesmas vão menos vezes ao cocho se alimentar, quando comparadas com vacas primíparas sob as mesmas condições, porém a ingestão de alimentos em cada refeição é significativamente maior (AZIZI et al., 2010). Fato este justificado pela maior capacidade ruminal e pelo maior tamanho do bocado das vacas pluríparas, fazendo com que elas se alimentem mais rapidamente quando comparadas as vacas primíparas (BEAUCHEMIN et al., 2002). O fornecimento de alimentos frescos têm impactos significativos no estímulo do comportamento alimentar das vacas e diminui o tempo em que as mesmas permanecem deitadas. Um estudo realizado observando os animais da raça holandesa 60 minutos após a colocação de alimento no cocho, em que foi fornecido alimento fresco 6 horas após a ordenha e colocado no cocho no momento em que os animais estavam na ordenha teve como resultado, respectivamente, 86% dos animais se alimentando após o fornecimento do alimento fresco e 26% dos animais comendo logo após a ordenha (DEVRIES; VON KEYSERLINGK, 2005). O processo de ordenha demanda tempo, os animais ficam na sala de espera aguardando a ordenha, nesse período eles permanecem em pé. Segundo Munksgaard et al. (2005) se ocorrem restrições no tempo de repouso, a preferência dos animais quando voltarem da ordenha será descansar a se alimentar (VAN DORLAND et al., 2008).

A ruminação está entre as manifestações físicas mais importantes em bovinos leiteiros. Esta atividade reflete a saúde do animal e está intimamente relacionada ao estado de bem-estar (GRANT; DANN, 2015). Vacas em lactação permanecem em média sete horas e quarenta minutos ruminando em um dia (DADO; ALLEN, 1994). Normalmente o período de descanso em conjunto com o ato de ruminar inicia-se 70 minutos após o consumo de alimentos (SMUTNÝ et al., 2013). As vacas preferem ruminar na posição deitada, sendo esse ato mais comum durante a noite e nos períodos entre refeições do dia (COOPER et al., 2007;

SCHIRMANN et al., 2012). Esta atividade está associada a sonolência e proporciona o descanso fisiológico nos animais. A ruminação, o repouso e o sono estão interligados e são atividades importantes para ajustar funções as metabólicas e imunes dos animais, conseqüentemente influenciando na saúde, no conforto e no bem-estar de vacas leiteiras (RUCKEBUSCH, 1972; SMUTNÝ et al., 2013).

A dieta e o manejo também são fatores que influenciam diretamente na ruminação. O comportamento de ruminar pode ser alterado pela quantidade de fibras presentes na dieta. Dietas pobres em fibras em detergente neutro (FDN) diminuem a ruminação dos animais (ADIN et al., 2009). Moon et al. (2004) comparando diferentes teores de FDN (26%, 32% e 38%) na dieta de vacas leiteiras, observaram elevação de 65% na média do tempo de ruminação quando elevava a porcentagem de FDN na dieta (de 154 para 254 e para 350 min/dia, respectivamente). A quantidade de concentrado na dieta completa também pode afetar o tempo de ruminação dos animais. Maekawa et al. (2002) avaliaram o tempo de ruminação de vacas em lactação fornecendo diferentes relações de forragem/concentrado (40/60, 50/50 ou 60/40) e observaram que os animais que receberam quantidades maiores de concentrado ruminaram por tempo menor (498, 516 e 584 min/dia, respectivamente).

Pesquisas mostram que a superlotação resulta na diminuição do tempo de ruminação de vacas leiteiras (HILL et al., 2009). A atividade de ruminação também se eleva com o aumento da ordem de parto dos animais (GREGORINI et al., 2013). Outros eventos como apresentação de cio, enfermidades, elevação da temperatura ambiente atuam como agente estressante, diminuindo a atividade de ruminação (BAR E SOLOMON, 2010).

O tempo em que bovinos leiteiros permanecem deitados pode ser utilizado como um indicativo de conforto (FREGONESI; LEAVER, 2002). Fornecer aos animais a oportunidade adequada de deitar e descansar é importante para otimizar a produção, o conforto e o bem-estar das vacas leiteiras (HALEY et al., 2000). Animais privados de se deitarem por 3 horas aumentam fortemente a necessidade de realização desse comportamento após o período de privação (METZ, 1985). Estudos com vacas leiteiras criadas em sistema CB em clima temperado mostraram que os animais permanecem de 10 a 13 horas deitados em um período de 24 horas (ENDRES; BARBERG, 2007; ECKELKAMP et al., 2014). O ato de deitar para vacas em lactação ou em período de gestação aumenta o fluxo sanguíneo na glândula mamária e no útero, contribuindo para um melhor potencial de produção de leite e do desenvolvimento do feto, respectivamente (METCALF et al., 1992; RULQUIN; CAUDAL, 1992; NISHIDA et al., 2004).

O tipo de instalação em que os bovinos de leite são criados pode ter um impacto substancial no tempo em que os mesmos permanecem em repouso. Alguns galpões quando superlotados, com um número excessivo de vacas dificultam a expressão do comportamento normal dos animais. A superlotação, além de reduzir o tempo de descanso, pode aumentar o número de interações agressivas entre os animais e também o risco de ocorrência de mastite ambiental (KRAWCZEL; GRANT, 2009).

O tipo de piso utilizado em uma instalação também tem influência no comportamento dos animais. Pisos escorregadios podem ter efeitos negativos sobre a locomoção dos animais, sobre a manifestação de comportamento de estro e comportamento geral das vacas (PHILLIPS; MORRIS, 2002). O material de cama deve proporcionar conforto térmico, ser durável e ajudar a manter as vacas limpas e saudáveis, facilitando, assim, o manejo (CHAPLIN et al., 2000).

Após períodos de restrição do tempo de repouso dos animais, a preferência será descansar a se alimentar, assim diminuindo o tempo em que as vacas em lactação visitam o cocho podendo trazer prejuízos na produção (MUNKSGAARD et al., 2005). Além disso, em bovinos leiteiros, expostos à privação de descanso, ocorre aumento na concentração de cortisol, que pode levar a alterações imunológicas (FISHER et al., 2002). Por conseguinte, vacas privadas de descansar por duas horas em um dia demonstram alterações de comportamento, como movimentos constantes de esfregar a cabeça sobre o corpo, inquietação, reposicionamento frequente de pernas e diminuição da atividade de ruminção, sendo notório a manifestação de desconforto (COOPER et al., 2007).

Além dos efeitos já citados, existem fatores relevantes relacionados a instalação que podem reduzir o tempo de descanso dos animais. Um destes fatores seria o tipo de piso da instalação. Pisos de concreto podem causar uma maior tensão nos cascos dos animais quando permanecem por longos períodos em pé (COOK, 2002). Um estudo realizado para avaliar o efeito de diferentes tipos de camas (concreto e colchão) para as vacas se deitarem mostrou que as vacas leiteiras criadas em galpões com pisos de concreto ficam relutantes na hora de deitar ou levantar, deixando aparente um certo desconforto (HALLEY et al., 2001). Ficou evidente a preferência dos animais por um tipo de piso mais macio. A incidência de claudicação pode ser reduzida em animais criados em locais com a superfície da cama mais macia (FULWIDER et al., 2004; TUCKER et al., 2003; CALAMARI et al., 2009).

Outro fator que pode influenciar a mudança de comportamento do animal são as alterações climáticas. Os animais apresentam uma zona de “conforto térmico” que é uma faixa de temperatura ambiente denominada zona de termoneutralidade (ZTN), em que o

sistema termorregulador do animal não é acionado. Assim, a perda de energia para manutenção da temperatura do organismo é mínima, contribuindo para máxima produtividade do animal. A ZTN para vacas leiteiras da raça holandesa situa-se entre 7 e 21 °C. Quando a temperatura ambiente se eleva, o sistema termorregulador do organismo é acionado, assim aumentando as perdas de calor do animal para o ambiente externo por meio de processos de condução, convecção, radiação e transpiração (NÃÃS, 1989).

Quando ocorrem modificações bruscas no clima o primeiro indicativo demonstrado pelo animal é a mudança de seu comportamento. A passagem de um bioclima sem estresse térmico por calor para um com estresse ameno está relacionado principalmente com a busca de sombra (referenciar) mas, em sistema confinados em galpões, relaciona-se com a diminuição do comportamento de deitar de vacas em lactação. À medida que que o ambiente se torna mais quente os animais buscam formas para dissipar o calor corporal (COOK et al., 2007; ALLEN et al., 2015). O choque de calor ambiental também provoca interferências na motilidade ruminal. Uma pesquisa realizada comparando o comportamento de vacas de baixa (colocar a produção) e alta produção (acima de 32 kg/dia) demonstrou que o aumento da temperatura ambiente de 25°C para 40°C, diminuiu o consumo de alimentos, o comportamento de ruminação e a locomoção de ambos os grupos, e os animais permaneceram mais tempo em pé. As vacas de alta produção se mostraram mais sensíveis à mudança de temperatura, sendo mais afetadas, especialmente, as atividades de deitar e ruminar (TAPKI; SAHIN, 2006.) Estudos realizados com a observação do ITU e do comportamento de vacas em lactação indicaram diminuição no tempo de ruminação, nos dias em lactação e na produção de leite, quando o ITU diário ultrapassou 76 (MOALLEM et al., 2010; SORIANI et al., 2013).

Os estudos de comportamentos de vacas em lactação e índices bioclimáticos demonstram que os animais que sofrem estresse térmico por calor comem menos, permanecem por períodos mais longos em pé para dissipar calor e ruminam mais no período noturno, período com condições climáticas mais amenas (FRAZZI et al., 2000). Quanto à umidade de cama de um sistema intensivo de criação, vacas leiteiras preferem permanecer deitadas em camas secas. Um estudo realizado para avaliar o efeito da umidade da cama sobre o comportamento de vacas leiteiras mostrou que esses animais gastaram mais tempo deitados em instalações com camas secas. Nos locais em que as camas eram úmidas os animais permaneceram por mais tempo em pé (FREGONESI et al., 2007b).

2.4 A importância do bem-estar de animais de produção

O bem-estar de animais de produção se baseia em critérios relevantes que, apesar de distintos, estão interligados. Um dos critérios está relacionado com a compreensão científica de fatores que contribuem para o estado ótimo de bem-estar animal, juntamente com a utilização da ética e de valores que mostram porque devemos respeitar os animais. Fatores econômicos também estão envolvidos nesses critérios e o produtor e o consumidor estão diretamente ligados. Portanto, o bem-estar possui relevância para os animais, para o produtor e para o consumidor (WEBSTER, 2001).

A questão econômica é um fator primordial na criação de animais de produção. No entanto, a partir do momento em que se atribui um valor moral aos animais, é importante que haja a prevenção de aspectos que possam gerar sentimentos negativos em relação a eles. Nesse contexto, há uma necessidade da promoção de comportamentos positivos nos animais, sempre levando em consideração suas necessidades (SCHIMITH et al., 2012). A preocupação com aspectos biológicos dos animais é essencial para obtenção de bem-estar adequado, como dor ou prazer, e preocupação com o ambiente deve ser considerada (VON KEYSERLINGK et al., 2009).

Fatores climáticos, nutrição, tipos de instalações são exemplos de fatores que dependendo das circunstâncias podem agir como agentes ambientais estressantes. No geral, qualquer estímulo que exija do animal uma resposta nova adaptativa está sujeito a gerar estresse (ETIM et al., 2013). O conceito de estresse é considerado antagônico ao termo bem-estar, uma vez que o bem-estar não pode ser alcançado sob estresse (VEISSER, BOISSY, 2007). Cada espécie, bem como indivíduo, possui características únicas que devem ser consideradas no momento de avaliação do bem-estar animal (CLARK et al., 1997).

A manutenção do estado de equilíbrio físico e psicológico de um animal depende do atendimento de suas necessidades básicas. As manifestações de baixo nível de bem-estar muitas vezes podem se apresentar de formas sutis pelo tédio, desconforto, excitação, ansiedade, irritação, agressão, medo e angústia (CLARK et al., 1997). Essas manifestações podem reduzir a expectativa de vida dos animais, prejudicar seu desenvolvimento e produção, causar danos corporais, doenças, imunossupressão e anomalias comportamentais (BROOM, 1991).

A dependência estabelecida entre os animais de produção e homem faz com que estes tenham uma obrigação especial de suprir as necessidades de nutrição, abrigo e demais cuidados (FRASER, 1992). É importante que o comportamento dos animais de produção seja

estudado no ambiente em que vivem, de modo a identificar cientificamente comportamentos normais e anormais dos indivíduos. A identificação de um comportamento anormal pode indicar falhas na adaptação a um agente estressante, podendo gerar um estado de sofrimento (MAYER, 1994).

Avaliações de bem-estar animal devem ser realizadas de forma indireta, avaliações diretas não geram bons indicadores. A coleta de informações a respeito do sistema de produção e de gestão da fazenda são essenciais, assim como a obtenção de dados sobre a maneira como os animais são manejados. O tipo de sistema de criação também desempenha um papel importante na avaliação de bem-estar. Observações comportamentais, dados relacionados à saúde dos animais e comportamentos sociais são medidas importantes para uma avaliação adequada da qualidade do bem-estar que animais de produção se encontram (SØRENSEN et al., 2001).

2.5 Indicadores de bem-estar animal

A produtividade de uma propriedade está intimamente relacionada com o bem-estar dos animais (von KEYSERLINGK et al., 2009). Um modelo de bem-estar e produtividade foi criado para analisar sistemas de produção modernos/intensivos, à medida que são fornecidos recursos (alimentação, proteção contra predadores, etc.) o bem-estar aumenta assim como a produtividade. Atualmente, a seleção genética para o aumento da produção de leite é cada vez mais comum entre os produtores, porém vacas nesse processo de seleção são particularmente mais suscetíveis ao estresse e possuem maiores riscos de terem desordens metabólicas, fisiológicas e imunológicas, comprometendo assim seu bem-estar (OLTENACU; ALGERS, 2005). No entanto, quando há um bom programa de manejo na fazenda, produções elevadas e boas condições de bem-estar podem ser obtidas (TREVISI et al., 2006).

São diversas as medidas de avaliação de bem-estar, basicamente elas podem ser divididas em duas categorias. Uma categoria seria os indicadores diretos que estão relacionados ao ambiente e onde se descreve as características do sistema de produção e do manejo. Os registros dos parâmetros ambientais normalmente são fáceis, rápidos e confiáveis. A segunda categoria relacionada aos parâmetros animais são os indicadores indiretos, baseados em medidas de comportamento, saúde e fisiologia. Deve-se atentar para que as medidas de avaliação de bem-estar animal de um sistema de produção seja fiável, eficiente e viável (CALAMARI; BERTONI, 2009). A seguir serão descritos alguns indicadores de bem-estar de bovinos leiteiros.

2.5.1 Escore de locomoção

A claudicação em bovinos é um dos problemas mais graves em propriedades leiteiras, influenciando na saúde, comportamento e bem-estar dos animais (BARBERG et al., 2007b; DE MOL et al., 2013). O fato dos animais com claudicação alterarem o modo de se locomoverem já demonstra que estão submetidos a condições dolorosas (ARCHER et al., 2010b). Depois da mastite a claudicação é a patologia que acarreta maiores perdas econômicas em uma exploração leiteira (KOSSAIBATI; ESSLEMONT, 1997). Estas perdas econômicas advindas da claudicação são decorrentes da diminuição da produção de leite, abate, aumento do intervalo de partos, gastos com manejo, tratamento e descarte de leite, sendo os dois primeiros fatores os mais relevantes em termos de custo para os produtores (BRUIJNIS et al., 2010). Doenças no sistema locomotor de vacas leiteiras estão diretamente relacionadas a alta produtividade, observado principalmente em vacas pluríparas que possuem maior produção. A ocorrência de claudicação no início da lactação resulta em redução na produção de leite (ARCHER et al., 2010a). A manifestação de cio é menos intensa em vacas que apresentam claudicação, em função de interferência no hipotálamo e pituitária causando interrupção na secreção de LH e estradiol (DOBSON et al., 2008).

Condições ambientais relacionadas com instalação e nutrição, assim como fatores relacionados com predisposição genética dos animais, podem influenciar no aparecimento de lesões podais, gerando distúrbios no aparelho locomotor e afetando a longevidade das vacas (WHAY et al., 1997; BARBERG et al., 2007b). Vacas mantidas em locais que possuem pisos ou camas com umidade elevada terão um amolecimento dos cascos, assim favorecendo o desgaste e predispondo-as a afecções podais, gerando conseqüentemente animais com distúrbios de locomoção (MARTINS et al., 2011). As lesões mais comumente encontradas são úlcera de sola, doença da linha branca, dermatite digital e laminite (ARCHER et al., 2010b). A avaliação regular do escore de locomoção dos animais é um método simples e que facilita a identificação precoce de casos de claudicação, viabilizando medidas para mitigar prejuízos (ARCHER et al., 2010a).

A dor associada a claudicação (WHAY et al., 1997) provoca efeitos diretos sobre o bem-estar e no comportamento de bovinos leiteiros (de MOL et al., 2013). Normalmente, em instalações cobertas as vacas permanecem deitadas de 12 a 13 horas por dia (JENSEN et al., 2005, MUNKSGAARD et al., 2005). Vacas com claudicação tendem a permanecerem mais tempo deitadas e gastam menos tempo se alimentando (JENSEN et al., 2005; ITO et al., 2010) e, conseqüentemente, têm menor produção de leite (BACH et al., 2007; ARCHER et al.

2010a). A frequência com que as vacas são ordenhadas pode auxiliar na detecção de episódios de claudicação. A avaliação do escore de locomoção nos momentos de ordenha facilita a detecção precoce de problemas (BORDERAS et al., 2008).

As avaliações de problemas de claudicação em rebanhos leiteiros são subjetivas, pelo fato de não existirem métodos objetivos de identificação, por isso são dependentes da experiência do observador (ARCHER et al., 2010a). Diversos protocolos de avaliação de escore de locomoção têm sido criados, alguns deles mais detalhados e outros mais simples e adequados para uso no campo (LEACH et al., 2009c; BARKER et al., 2010). Em geral, as características dos escores avaliados são a marcha do animal, ritmo das passadas, o peso colocado em cada membro, o arqueamento da coluna vertebral e a inclinação da cabeça (THOMSEN et al., 2008).

2.5.2 Escore de condição corporal

A condição corporal de vacas leiteiras é vista como uma medida de avaliação de bem-estar (ROCHE et al., 2009), esse parâmetro reflete o estado nutricional do animal (LEACH et al., 2009b). A reserva de energia mais importante usada pela vaca em início de lactação é o tecido adiposo, portanto é importante que se tenha atenção aos fatores que possam causar alterações na lipólise e na lipogênese no animal. Métodos de avaliação de escore corporal foram desenvolvidos para que por meio da visualização e/ou palpação do animal se obtenha informações subjetivas sobre as reservas energéticas de bovinos (ROCHE et al., 2009).

Diferentes sistemas de avaliação da condição corporal foram desenvolvidos, podendo variar em relação às áreas anatômicas avaliadas e escala utilizada, que podem apresentar cinco, oito ou dez pontos (LEACH et al., 2009b). As partes anatômicas consideradas na avaliação do escore corporal podem incluir as regiões torácica e vertebral, as costelas, os processos espinhosos transversos, o tubérculo sacral, o tubérculo isquíneo, a vértebra coccígea anterior e a região da coxa (EDMONSON et al., 1989; LANDSVERK, 1992; FERGUSON et al., 1994; MacDONALD; ROCHE, ROCHE et al., 2004).

Os valores obtidos no processo de avaliação, independente da escala utilizada, podem gerar resultados semelhantes, ou seja, índices de escore corporal baixos indicam que o animal está subnutrido e escores corporais elevados indicam obesidade (ROCHE et al., 2004). Em uma escala de 5 pontos uma vaca que apresenta escore de 3,0 a 3,25 está em uma condição corporal ideal, índices menores indicam comprometimento da produção e reprodução do animal, enquanto que valores acima do indicado podem indicar aumento do risco de distúrbios metabólicos (ROCHE et al., 2009). Ainda de acordo com esse sistema de

pontuação, animais que se encontram em condições corporais extremas (inferior a 2,5 ou superior a 4), indicam condições inadequadas de bem-estar (LEACH et al, 2009b; ROCHE et al, 2009).

2.5.3 Escore de sujidade

A higiene das vacas leiteiras é um indicativo importante de bem-estar e fornece informações sobre a qualidade das instalações em que o animal vive (HULTGREN; BERGSTEN, 2001). Vacas que apresentam escore de sujidade elevado são mais propensas a ter mastite (SCHREINER; RUEGG, 2003). A mastite é uma das doenças de produção mais difundida entre os rebanhos leiteiros no mundo, sua ocorrência causa grandes perdas econômicas e é causa comum de mortalidade em vacas leiteiras (KOSSAIBATI, 1997). A doença tem um efeito prejudicial na saúde e no bem-estar das vacas pelo fato de causar alterações fisiológicas sistêmicas no organismo do animal, levando a inquietação, menor comportamento de deitar, além de afetar a qualidade do leite com aumento da contagem de células somáticas (HALEY et al., 2000).

A cama do sistema CB quando manejada de forma inapropriada, como exemplo a não reposição ou troca da mesma no momento que se encontra com umidade elevada, irá acarretar na elevação do escore de sujidade dos animais (BARBERG et al., 2007a; 2007b; BEWLEY, 2012; JANNI et al., 2005, 2007). Os animais poderão apresentar placas de sujidade sobre o teto, úberes, quarto traseiro e pernas. Propriedades que apresentam animais com escore de sujidade alto, além de maior ocorrência de mastite, tendem a ter maior ocorrência de claudicação, com possíveis episódios de dermatite interdigital (WARD et al., 2002; SCHREINER; RUEGG, 2003). Em geral, a higiene dos animais reflete a realidade do meio ambiente e condições de bem-estar (LEACH et al, 2009a).

Diversos sistemas de classificação de escore de sujidade foram criados (HUGHES, 2001; COOK, 2002) A avaliação é realizada pela observação da sujidade em áreas anatômicas do corpo do animal. Em geral são avaliados úbere, tetas, flanco, pernas e cauda (HUGHES, 2001), podendo haver variações na classificação e avaliação das áreas dependendo do sistema adotado. Um escore de sujidade simplificado foi criado pelo projeto Welfare Quality®, no qual é usada uma escala de dois pontos, em que 0 - o animal não apresenta sujidade ou apenas alguns respingos de sujeira e 2 – as áreas avaliadas se encontram com presença de placas separadas ou contínuas de sujeira. As áreas anatômicas avaliadas nesse sistema são: zona inferior do membro posterior; zona superior do membro posterior; flanco; e úbere. Este sistema de critérios estabelecidos no protocolo de avaliação de bem estar animal do projeto

WQ® é um método simples e prático de avaliação do escore de sujidade de vacas leiteiras (WELFARE QUALITY®, 2009).

2.5.4 Índice de conforto térmico

A maior parte do território brasileiro está situada na região tropical, com o predomínio de temperaturas elevadas e alta incidência de radiação solar (AZEVEDO et al., 2005). Estas altas temperaturas dificultam a adaptação de bovinos das raças de origem europeia ao clima do nosso país (SILVA et al., 2002). Diversos fatores ambientais e fatores intrínsecos dos animais podem levá-los a sofrer estresse térmico. Alguns dos fatores ambientais que podem influenciar são temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, densidade animal por área e disponibilidade de sombra. Já a raça, idade, condição corporal, nível de produção de leite, taxa metabólica, estágio de lactação, cor e densidade da pelagem são características do animal que podem levá-lo a sofrer estresse térmico (OIE, 2014).

Bovinos criados em ambientes que geram estresse por calor podem sofrer diversas alterações fisiológicas e comportamentais, entre as quais podemos citar distúrbios metabólicos, alterações no desempenho reprodutivo e produtivo, sendo que as vacas pluríparas são mais afetadas pelo estresse térmico (BERNABUCCI et al., 2013). Vacas submetidas a estresse por calor não atingem seu potencial genético máximo de produção de leite. O consumo de matéria seca é reduzido (RHOADS et al., 2009), seu desempenho reprodutivo é prejudicado e a eficiência econômica fica comprometida (KADZERE et al., 2002). Além disso, a produção de leite está diretamente relacionada com a produção de calor metabólico gerado pela vaca. Consequentemente, vacas de alta produção são mais suscetíveis aos efeitos prejudiciais do estresse térmico (KADZERE et al., 2002; WEST, 2003).

O índice de temperatura e umidade (ITU) é utilizado como indicador de conforto térmico em que os animais estão submetidos. O limiar de estresse térmico para gado de leite é 68 (ZIMBELMAN et al., 2009). Valores de ITU acima de 68 até 71 demonstram que os animais já estão passando por um processo de estresse calórico leve, com alterações na frequência respiratória (60 respirações/minuto), inicia processos de perdas na produção e a temperatura retal (TR) estará acima de 38,5 °C. Quando o ITU estiver entre 72 e 79 os animais estarão passando por um estresse calórico ameno, a frequência respiratória será de 75 respirações/minuto e a TR 39 °C. No estresse calórico moderado (ITU entre 80 e 89) a frequência respiratória será de 85 respirações/minuto e a TR 40 °C, com taxas de mortalidade aumentadas. No estresse severo, ITU acima de 90, as vacas em lactação têm taxa respiratória média de 130 respirações/minuto e a temperatura retal excederá 41°C. A taxa de mortalidade

aumenta, juntamente com as perdas reprodutivas. Portanto, é necessário que haja o controle de manutenção de ITU abaixo de 68, pelo manejo ambiental adequado para minimizar os efeitos do estresse calórico (ZIMBELMAN, COLLIER, 2011).

Mudança de 0,5°C na temperatura corporal afeta negativamente o desempenho animal (ALLEN et al., 2013). A incapacidade de manter a homeostase em temperaturas além da zona termoneutral da vaca (ou zona de menor termorregulação) resultará em diminuição da produção de leite, redução da fertilidade, aumento do consumo de água, redução da ingestão alimentar, maior tempo de repouso e aumento da claudicação. O estresse térmico extremo pode levar ao aborto ou mesmo à morte (WEST, 2003).

Em relação à umidade relativa do ar a faixa ideal estaria em torno de 75% (NÃÃS, 1989). Mas, avaliar a ZTN dos animais avaliando apenas um índice ambiental não é o ideal; com o objetivo de unir alguns fatores ambientais foi criado o índice de temperatura umidade (ITU), desenvolvido por Thom (1959) e recentemente adaptado por Zimbelman et al. (2009) para bovinos leiteiros de alta produção. O ITU é utilizado como indicador de conforto térmico em que os animais estão submetidos. Os valores de ITU limite para se iniciar o processo de estresse térmico em gado de leite é 68. Valores abaixo de 68 indicam que o bioclima do ambiente ao qual o animal está inserido fornece um ambiente sem estresse térmico por calor.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Caracterizar o comportamento de vacas holandesas em lactação criadas em sistema *compost barn* em clima tropical.

3.2 Objetivos específicos

- a) Monitorar o comportamento de vacas em lactação mantidas em sistema *compost barn* em duas estações do ano;
- b) Avaliar indicadores de bem-estar animal como: escore de condição corporal, escore de locomoção e escore de sujidade em vacas alojadas em sistema *compost barn*;
- c) Monitorar o comportamento de vacas primíparas e pluríparas mantidas em sistema *compost barn*;
- d) Avaliar o ambiente térmico em sistema *compost barn*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas fazendas comerciais de bovinocultura leiteira localizadas no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. Ambas possuem sistema de produção intensivo CB. As avaliações foram feitas nos meses de Julho de 2016 e de Janeiro de 2017 na fazenda 1 e apenas no mês de Agosto de 2016 na fazenda 2.

4.1 Fazenda 1

O primeiro estudo foi desenvolvido em uma fazenda comercial produtora de leite, criadora de vacas da raça holandesa, no município de Itamonte, Minas Gerais, localizada a 22° 17' 02" S e 44° 52' 12" W, apresentando clima tropical semiúmido de acordo com a classificação de Köppen. O período de coleta de dados compreendeu quatro dias, nos meses de Junho de 2016 e Janeiro de 2017. Foram avaliados o comportamento, o escore de sujidade, o escore de locomoção e o escore de condição corporal de 64 vacas em lactação alojadas em sistema de CB. Os animais de maior produção leiteira da fazenda foram selecionados para participar da avaliação. Também foram coletados dados meteorológicos (temperatura e umidade relativa do ar) no interior e fora do galpão de confinamento dos animais e medidas as temperaturas superficiais da cama do CB.

4.1.1 Caracterização e descrição do sistema *compost barn*

Na face leste do galpão de confinamento do sistema CB, localiza-se a pista de alimentação e um corredor externo para fornecimento de dieta completa com uso de vagão forrageiro. Na outra lateral do galpão, existem quatro bebedouros e três aberturas para que as vacas tenham acesso a ordenha, próxima ao galpão, facilitando o manejo e a retirada dos animais. Na face Norte e Sul existem muros e portões para entrada dos tratores para realização do manejo da cama. Os ventiladores, localizados na face leste do galpão, acima do cocho de alimentação, possuem inclinação de 45 graus. Os ventiladores são acionados via termostato quando a temperatura ambiente atinge 16 °C, permanecendo ligados em média 9 horas no inverno e 22 horas no verão. O material utilizado na cama consiste de serragem.

Figura 1 - Face leste do sistema compost barn: (a) ventiladores e cama (b) corredor de alimentação, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais



Fonte: Da autora (2017).

4.1.2 Alimentação do rebanho

As vacas tinham livre acesso ao cocho de alimentação e aos bebedouros pelo lado de dentro do composto. A alimentação era fornecida três vezes ao dia. Os horários de fornecimento no inverno eram às 7:30 h, 12:00 h e às 15:00 h, com fornecimento de 47,1 kg de alimento por vaca por dia, em média. No verão o alimento era fornecido às 8:15 h, 11:00 h e às 15:00 h, com fornecimento de 57,4 kg por animal por dia, em média.

Tabela 1 - Composição da alimentação e análise bromatológica dos nutrientes das dietas fornecidas para os animais nas diferentes estações no período de inverno e verão na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

Ingredientes	Inverno	Verão
	Kg/animal/dia	Kg/animal/dia
Silagem de milho (32 % MS)	30,0	40,0
Feno	1,8	2,5
Caroço de algodão	2,5	2,0
Concentrado comercial	10,0	7,5
Polpa cítrica	2,8	2,2
Milho grão úmido	-	3,2
Total	47,1	57,4
MS(%)	51,67	39,65
FDN(%)	35,24	47,80
FDA(%)	19,62	24,97
EE(%)	3,57	4,18
PB(%)	16,71	16,29
Cinzas	11,80	10,35
CNF	32,68	21,38

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

MS – Matéria seca/FDN – Fibra em detergente neutro/FDA – Fibra em detergente ácido/EE – extrato etéreo/PB – proteína bruta/CNF – carboidratos não fibrosos.

Figura 2 - Sistema compost barn: (a) cocho de alimentação (face leste) e (b) bebedouro (face oeste), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.



Fonte: Da autora (2017).

4.1.3 Ordenha dos animais

As ordenhas eram realizadas três vezes ao dia em sala de ordenha modelo espinha de peixe duplo 4 (4x4). A duração média de cada ordenha era de 1:10 hora. No inverno, as ordenhas aconteceram às 4:00 horas, às 11:15 horas e às 17:00 horas e no verão foram às 3:00 horas, às 11:30 horas e às 17:30 horas.

4.1.4 Manejo da cama

A cama do CB era revolvida duas vezes ao dia utilizando um trator com o subsolador acoplado e em seguida com enxada rotativa. A duração do processo de passagem do maquinário no CB era de aproximadamente meia hora em cada turno. No período de inverno o revolvimento da cama era realizado às 8:00 horas e às 17:30 horas, já no período de verão a cama era manejada mais cedo às 6:00 horas e às 17:00 horas.

4.2 Fazenda 2

O segundo estudo foi desenvolvido em uma fazenda comercial produtora de leite, com vacas da raça holandesa, no município de Cruzília, Minas Gerais, localizada a 21° 50' 19" S e 44° 48' 30" W a 1010 metros acima do nível do mar, apresentando clima tropical semiúmido de acordo com a classificação de Köppen. As vacas em lactação eram criadas no sistema CB. A coleta dos dados foi realizada por 2 dias, no mês de Agosto de 2016. A avaliação do comportamento foi realizada em 20 vacas primíparas e 20 vacas pluríparas, totalizando 40 animais observados. Também foram avaliados o escore de sujeidade, o escore de locomoção, a taxa respiratória e o escore de condição corporal nesses mesmos animais. Dados meteorológicos da parte interna e externa do galpão de confinamento dos animais também foram coletados e também foram medidas as temperaturas superficiais da cama do CB.

4.2.1 Caracterização e descrição do sistema *compost barn*

Em uma lateral do sistema CB localizavam-se os cochos de alimentação, paralelamente do outro lado se encontravam os bebedouros e pequenos cochos contendo sal mineral. As extremidades do galpão continham muros com portões, facilitando a entrada dos tratores para realização do revolvimento da cama composta por serragem. Os ventiladores se localizavam na face Leste do galpão com uma inclinação de 45 graus. A sala de ordenha se encontrava próxima do galpão.

4.2.2 Alimentação

As vacas tinham livre acesso ao cocho de alimentação e aos bebedouros pela parte interna do galpão. A mistura completa era fornecida três vezes ao dia às vacas pluríparas, totalizando 47,7 kg/animal/dia. Para as vacas primíparas eram fornecidos quatro vagões por dia durante o inverno, sendo um total de 42,6 kg/animal/dia.

Tabela 2 - Composição da alimentação e análise bromatológica dos nutrientes das dietas fornecidas para os animais nas diferentes estações no período de inverno e verão na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

	Primíparas	Pluríparas
Ingredientes	Kg/animal/dia	Kg/animal/dia
Silagem de milho (35% MS)	31,0	29,0
Feno	1,4	1,0
Capim verde	1,5	1,0
Polpa cítrica	1,6	1,2
Farelo de soja	4,1	2,8
Fubá	4,6	4,3
Milho grão úmido	1,0	1,0
Concentrado comercial	2,5	2,2
Total	47,7	42,6
MS(%)	44,92	46,18
FDN(%)	43,60	41,66
FDA(%)	22,35	21,12
EE(%)	3,65	2,86
PB(%)	12,68	12,57
Cinzas	8,82	9,08
CNF	31,25	33,83

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

MS – Matéria seca/FDN – Fibra em detergente neutro/FDA – Fibra em detergente ácido/EE – extrato etéreo/PB – proteína bruta/CNF – carboidratos não fibrosos

Figura 3 - Sistema compost barn: (a) corredor de alimentação (face leste) (b) bebedouro (face oeste), fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.



Fonte: Da autora (2017).

4.2.3 Ordenha dos animais

As ordenhas eram realizadas três vezes ao dia, às 5:00 horas da manhã, às 12:00 horas e às 17:00 horas, em sala de ordenha modelo espinha de peixe duplo 4 (4x4). A duração média de cada ordenha era de 50 minutos.

4.2.4 Manejo da cama

O revolvimento da cama era realizado utilizando um trator com o implemento subsolador e em seguida com enxada rotativa para tornar a cama uniforme. O manejo da cama era realizado duas vezes ao dia no período avaliado, às 7:00 horas e às 15:00 horas. A duração do processo de passagem do maquinário no CB era de aproximadamente 45 minutos em cada passagem.

4.3 Parâmetros avaliados nas duas propriedades

Foram avaliados o comportamento dos animais, o escore de condição corporal (ECC), escore de locomoção (EL), escore de sujidade (ES), índices de conforto térmico (ITU), temperatura da superfície da cama, composição bromatológica da ração. Foram obtidos os índices zootécnicos do rebanho, tais como: registros sobre produtividade dos animais; ordem de parto; estágio de lactação; e índices reprodutivos, sendo que os dois últimos índices zootécnicos foram fornecidos apenas pela fazenda 1.

4.3.1 Índice de conforto térmico

Para caracterizar o ambiente térmico das instalações, foram alocados *Data Loggers* dentro do galpão e termohigrômetro fora do galpão. A partir das informações obtidas de

temperatura ambiente e umidade relativa foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), utilizando a fórmula criada por BUFFINGTON et al. (1982): $ITU = 0,8 Tb + UR (Tb - 14,3)/100 + 46,3$ em que:

Tb - temperatura do bulbo seco, °C, e UR - umidade relativa do ar, %.

A partir de então caracterizando o bioclima do ambiente. Os registros foram feitos durante os dias do estudo em cada fazenda. Após o cálculo do ITU os resultados foram analisados utilizando a tabela desenvolvida por Zimbelman et al. (2009).

4.3.2 Temperatura de superfície da cama

As temperaturas de superfície da cama foram obtidas no período estudado, de manhã e à tarde, antes do trator revolver a cama e logo após o revolvimento da mesma. As temperaturas foram medidas em 9 quadrantes equidistantes distribuídos uniformemente no composto, utilizando um modelo de termômetro digital infravermelho com mira laser.

4.3.3 Análise bromatológica da dieta total

Coletas de amostras da ração total (TABELAS 1 e 2) foram realizadas para posterior análise bromatológica no laboratório da Embrapa Gado de Leite, localizado em Juiz de Fora (MG). Foram coletadas amostras dos alimentos fornecidos e das sobras durante o período experimental em ambas fazendas. Todas as amostras coletadas foram devidamente identificadas e em seguida congeladas até a realização da análise laboratorial.

4.3.4 Escore de condição corporal (ECC)

A avaliação do ECC (EDMONSON et al., 1989) foi obtida por observações visuais da condição corporal, sendo utilizada uma escala de 1 a 5, com subunidades de 0,25 pontos, em que 1 representa uma vaca muito magra e 5 obesa. As partes anatômicas consideradas na avaliação foram costelas, processos transversos das vértebras lombares, extremidades do ílio, ísquio e inserção da cauda. Em todos os pontos foram avaliadas a quantidade de tecido adiposo e musculatura que recobriam as extremidades ósseas. As observações foram realizadas por dois observadores previamente treinados para execução da avaliação e feita a média das avaliações. As avaliações na fazenda 1, Itamonte-MG, foram feitas no dia 08 de Junho de 2016 e no dia 25 de Janeiro de 2017. Na fazenda 2, Cruzília-MG as avaliações ocorreram no dia 02 Agosto. As observações foram feitas quando as vacas saíram da

plataforma de ordenha e a pontuação foi registrada em planilhas e posteriormente tabuladas no programa Microsoft Excel®.

4.3.5 Monitoramento do comportamento dos animais

Os dados comportamentais foram coletados em quatro dias na fazenda 1, as observações foram feitas por 48 horas no mês de Junho de 2016 e 48 horas no mês de Janeiro de 2017. Na fazenda 2, as avaliações ocorreram em dois dias (48 horas) no mês de Agosto de 2016. Para realização da observação do comportamento as vacas primíparas e pluríparas foram separadas em lotes, não houve mistura entre grupos de paridade diferentes. Os registros foram feitos por observações visuais diretas e anotados em planilhas (ANEXO A), contendo a identificação individual dos animais, a hora de registro e os dados de atividade e postura de cada animal (método *Scan Sampling*, ALTMAN, 1974). As vacas foram previamente marcadas com números, letras ou símbolos utilizando bastões de marcação específicos. Os registros das observações foram contínuos, durante 48 horas, seguindo intervalos de 15 minutos com pausas na avaliação dos animais nos períodos de ordenhas e nos horários de revolvimento da cama. Sete observadores previamente treinados participaram do monitoramento do comportamento dos animais. Os comportamentos registrados foram relacionados com a atividade e postura: em pé comendo (animal estava ingerindo alimento no cocho de alimentação), em pé ruminando (animal estava em pé regurgitando ou remastigando o alimento), em pé em ócio (animal em pé ou em movimento sem ruminação), deitada ruminando (vaca apresentando o flanco em contato com o solo, realizando movimentos de mastigação), deitada em ócio (vaca com o flanco em contato com o solo, sem realizar movimentos de mastigação). Todos os dados obtidos dos comportamentos dos animais durante estes períodos foram tabulados no programa Microsoft Excel®.

4.3.6 Escore de locomoção (EL)

O escore de locomoção foi avaliado por observação direta das vacas em pé paradas e em movimento, logo após a ordenha, com pontuação de zero a quatro pontos (BARKER et al., 2010), utilizando uma escala de 0 (locomoção normal) a 3 (claudicação grave) (TABELA 5). Todas as pontuações foram realizadas por dois avaliadores previamente treinados e feita a média das avaliações. Na fazenda 1, as avaliações foram realizadas no dia 08 de Junho de 2016 (inverno) e no 25 de Janeiro de 2017 (verão). Já na fazenda 2, as avaliações ocorreram no dia 02 Agosto (inverno). Todas as informações foram registradas em planilhas e posteriormente inseridas no programa Microsoft Excel®.

Tabela 3 - Descrição do escore de locomoção utilizado nas propriedades 1 e 2, localizadas respectivamente nos municípios de Itamonte e Cruzília, Minas Gerais.

Escore	Descrição
0	Locomoção normal: animal caminha com confiança, passos firmes com distribuição correta dos pesos e apoios. Patas posteriores sobrepõem o mesmo local das patas anteriores. Sem oscilações das patas para dentro ou para fora. Postura normal com linha de dorso retilínea em estação e locomoção
1	Claudicação leve: ligeira alteração dos passos, podendo exibir passos curtos. Patas podem oscilar para dentro ou para fora. Postura normal em estação e ligeiramente arqueada em locomoção.
2	Claudicação moderada: arqueamento do corpo em estação e locomoção. Assimetria evidente do apoio poupando membros, com menor apoio do membro lesado.
3	Claudicação grave: incapacidade de apoio ou sustentação do peso no membro afetado, relutância ou recusa para locomover-se. Arqueamento do corpo em estação e locomoção.

Fonte: Barker et al. (2010).

4.3.7 Escore de sujidade (ES)

Quanto ao escore de sujidade a classificação estabelecida foi de 0 a 2, seguindo o protocolo Welfare Quality® (2009). As partes anatômicas avaliadas foram úbere, quarto traseiro e patas traseiras. Cada área foi avaliada e pontuada individualmente, em que quartos traseiros e patas traseiras que se apresentavam sem sujidade ou com pequenos salpicos (por exemplo: fezes, lama) recebiam pontuação 0 e animais que apresentavam placas (camadas tridimensionais de sujeira) que correspondiam ao tamanho da palma de uma mão ou se mais da metade da área em consideração estivesse coberta de sujeira recebia a pontuação 2. Em relação ao úbere, 0 representou uma vaca sem sujidade e 2 placas separadas ou contínuas de sujeira ou qualquer sujeira sobre ou ao redor dos tetos. As observações foram realizadas sempre durante a ordenha por um avaliador previamente treinado. Na fazenda 1 foram realizadas avaliações de escore de sujidade no dia 10 de Junho de 2016 e no dia 26 de Janeiro de 2017. A avaliação na fazenda 2, ocorreu no dia 02 Agosto. Todas as informações foram registradas em planilhas e posteriormente inseridas no programa Microsoft Excel®.

4.4 Análise estatística

4.4.1 Análises descritivas

Análises descritivas foram utilizadas para caracterizar as observações visuais diretas dos comportamentos (variáveis contínuas) dos animais ao longo do dia, o que resultou em

médias gerais registradas em horas de cada comportamento por dia. Os dados bioclimatológicos do ambiente (temperatura, umidade relativa e índice de temperatura e umidade) foram expressos por médias, bem como a temperatura superficial da cama do CB. Os escores de locomoção, de sujidade e de condição corporal (variáveis categóricas), foram apresentados em forma de percentagens, sendo os dois primeiros avaliados quantitativamente por distribuição qui-quadrado.

4.4.2 Análises de modelos univariados e multivariados de regressão

Utilizou-se análises de regressão linear simples e múltiplas (ANEXO B) para avaliar a relação entre cada uma das respostas comportamentais: em pé comendo (EPC); em pé ruminando (EPR); em pé em ócio (EPO); deitada ruminando (DR); e deitada em ócio (DO) e as possíveis variáveis explicativas: estação do ano; ordem de parto; dias em lactação; situação reprodutiva; produção de leite; e escore de locomoção.

A análise de regressão múltipla buscou associação independente entre variáveis explicativas e as respostas comportamentais. As variáveis que foram associadas a cada uma das respostas comportamentais na análise de regressão simples com nível de significância $p < 0,20$ foram consideradas para as análises de regressão linear múltiplas usando o método “backward”.

4.4.3 Análise de variância (ANOVA)

Os efeitos fixos foram avaliados quanto a sua significância por análise de variância (ANEXO C). As médias dos efeitos fixos significativos, posteriormente foram comparadas por testes de médias.

Os dados de contagens de posturas e atividades avaliados nas 48 horas foram ajustados de acordo com aqueles animais que tiveram o maior número de observações em cada comportamento (EPC, EPR, EPO, DR e DO), visto que alguns animais voltavam mais cedo da ordenha, sendo observados por mais tempo que outros que retornavam posteriormente.

As possíveis variáveis exploratórias foram acrescentadas na análise de variância seguindo o delineamento em esquemas fatoriais, quando eram duas. Foram utilizados teste Tukey e SNK. Diferenças foram consideradas significativas para valores de $p \leq 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Fazenda 1 – Estudo de comportamento de vacas em lactação criadas em sistema *compost barn* durante duas estações do ano

5.1.1 Índice de conforto térmico

Nas tabelas 4 e 5 estão apresentados os dados meteorológicos coletados dentro e fora do galpão de CB registrados por *Data Loggers* e termohigrômetro, respectivamente, nos dias em que foi realizado o estudo. Os índices de temperatura e umidade (ITU) foram obtidos por meio dos dados de temperatura ambiente e umidade. A faixa de temperatura, umidade relativa e ITU ideais para vacas holandesas em lactação estão entre 7 e 21 °C, 75% (NÃÃS, 1989) e abaixo de 68 (ZIMBELMAN et al., 2009), respectivamente. Neste estudo, durante a estação de inverno os índices bioclimáticos médios dentro do galpão de CB foram considerados dentro da zona de conforto. Já durante o verão houve uma elevação nas médias dos índices bioclimáticos (TABELA 4), alterando o bioclima do ambiente com indicativos de que os animais estavam sob estresse térmico por calor, principalmente nos períodos da manhã e da tarde (FIGURAS 4 e 5). Mesmo com a presença de ventilação artificial o ITU se manteve mais elevado durante o dia.

Tabela 4 - Dados meteorológicos obtidos no interior do galpão de *compost barn* nos períodos de inverno e verão: médias, mínimos e máximos de temperatura (T °C), umidade relativa (UR%) e índice de temperatura e umidade (ITU), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

Estação	T°C			UR (%)			ITU		
	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín
Inverno	15	30,7	8,6	76	94,3	37,1	58	78,9	48,3
Verão	22	34,6	18,4	85	94,3	51,4	71	84,5	64,9

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Máx – máximo/Mín – mínimo.

As médias de temperatura, umidade relativa (UR) e ITU do lado externo ao galpão (TABELA 5) se mantiveram bem próximas aos índices bioclimáticos médios medidos dentro do galpão (TABELA 4), com exceção da UR no inverno. Podemos observar que a média da UR dentro do galpão nesse período se encontrava mais elevada do que a do ambiente externo. Esse resultado pode ser atribuído à umidade da cama, que contribuiu para a elevação deste

índice. É importante que a umidade da cama esteja entre 40 e 60% para que o processo de compostagem ocorra adequadamente (JANNI et al., 2005; BEWLEY et al., 2013).

Tabela 5 - Dados meteorológicos obtidos no exterior do galpão de *compost barn* nos períodos de inverno e verão: média de temperatura ambiente (T °C), umidade relativa (UR%) e índice de temperatura e umidade (ITU), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

Estação	T°C	UR (%)	ITU
Inverno	17	65	61
Verão	22	84	70

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Figura 4 - Médias do índice de temperatura e umidade (ITU) no interior do galpão de *compost barn* em diferentes períodos do dia durante o inverno na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

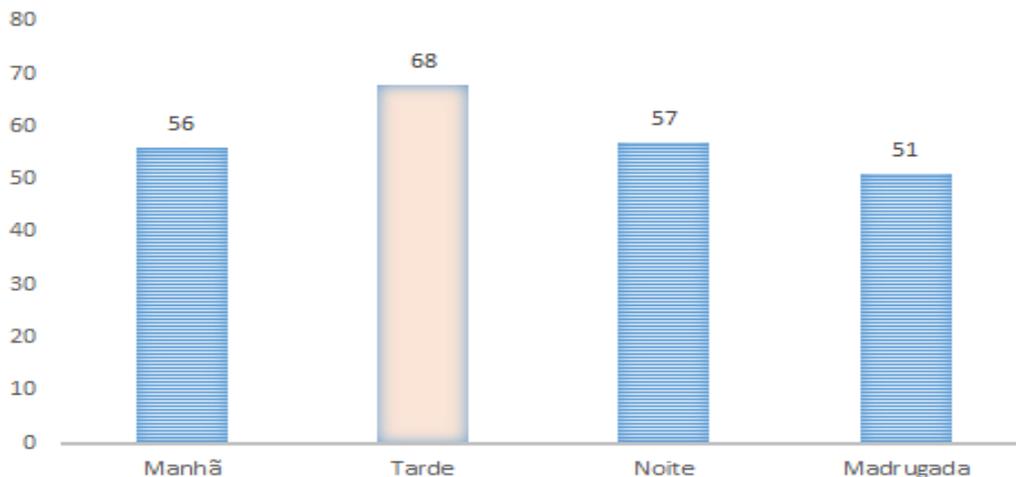
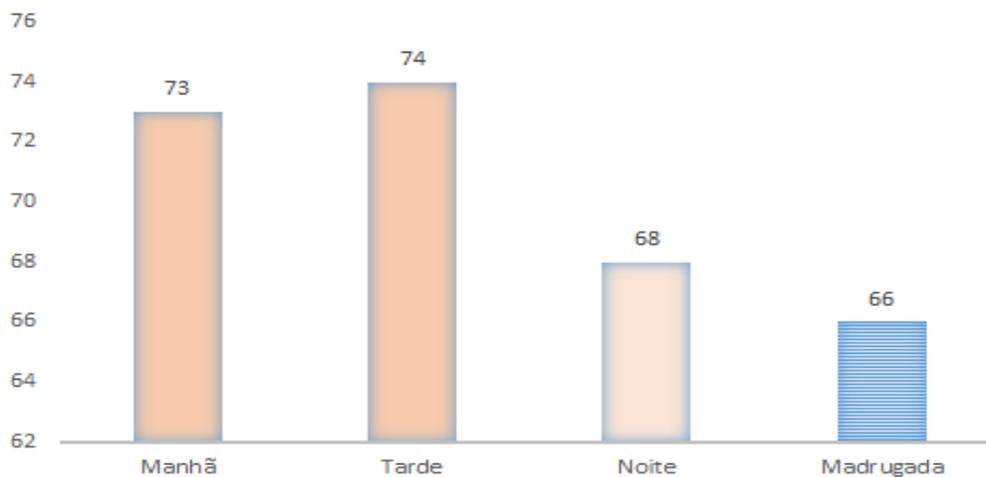


Figura 5 - Médias do índice de temperatura e umidade (ITU) no interior do galpão de *compost barn* em diferentes períodos do dia durante o verão na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.



5.1.1 Temperatura de superfície da cama

A temperatura média superficial da cama do CB (TABELA 6) antes da passagem do trator (AT) no período da manhã durante o inverno foi de 19°C, estando 8°C acima da temperatura ambiente registrada pelo *Data Logger* (DL) nessa mesma hora do dia. Já no período da tarde a temperatura superficial da cama estava abaixo da temperatura ambiente na mesma hora do dia. No geral, a temperatura superficial média da cama do CB se apresentou diferente das temperaturas ambiente, exceto no período da tarde durante o verão. A possível explicação para esse fato seria que a temperatura da cama do CB irá variar de acordo com a temperatura da compostagem e não de acordo com a temperatura ambiente, pois podemos notar que dentro das estações as temperaturas foram próximas. A temperatura média no interior da compostagem atinge aproximadamente 52°C (BEWLEY et al., 2013). Segundo esses mesmos autores em seu estudo após medirem a temperatura superficial do composto obtiveram resultados semelhantes entre as temperaturas da cama e do ambiente, diferente dos resultados encontrados em nosso trabalho. Estudos mais detalhados a respeito da temperatura interna e externa da cama do CB em condições tropicas devem ser realizados para melhor explicar estes resultados.

Tabela 6 - Temperatura superficial da cama do compost barn e temperatura ambiente no período de inverno e verão na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

Inverno					Verão				
Horas	AT (T°C)	DT (T°C)	DL (T°C)	TH (T°C)	Horas	AT (T°C)	DT (T°C)	DL (T°C)	TH (T°C)
08:00	19	20	11	10	06:00	23	25	19	19
17:30	16	19	27	18	17:00	24	25	24	23

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

AT – antes de passar o trator / DT – depois de passar o trator/DL – *Data Logger* (dentro do galpão)/TH – termohigrômetro (fora do galpão).

5.1.2 Análise bromatológica da dieta total

Os valores da matéria seca (MS) e concentrados não fibrosos na dieta total fornecida aos animais foram maiores durante o período de inverno, já a porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) foi percentualmente menor no mesmo período quando comparado ao verão (TABELA 1). O teor de MS ideal em uma dieta completa para gado de leite deve estar em torno de 50 a 75% (CARVALHO et al., 2003).

As médias de produção de leite durante as estações de inverno e verão foram de 42 kg/animal/dia e 37 kg/animal/dia, respectivamente. A maior quantidade de concentrado e MS durante o período de inverno (TABELA 1) justificam a maior produção de leite neste período de avaliação e, provavelmente, pelas vacas mais produtivas terem partos programados para esse período em função de melhores preços do leite pagos ao produtor.

5.1.3 Escore de condição corporal

O escore de condição corporal dos animais foi avaliado apenas no período de verão. Houve o predomínio de animais com escore 3,5 (45%), seguido de 3,75 (29%) e 3,25 (26%), ou seja, escores muito semelhantes, em função da dieta balanceada e do bom manejo nutricional.

5.1.4 Monitoramento do comportamento dos animais

A tabela 7 descreve a média em horas e minutos dos comportamentos, sem ajustes, dos animais avaliados (ajustes foram feitos posteriormente para as análises estatísticas de acordo com aqueles animais que tiveram o maior número de observações em cada comportamento) em 24 horas na estação de inverno e verão. Também estão inseridos, na tabela 7, os tempos em que não foram observados os comportamentos dos animais no momento de ordenha e revolvimento de cama em que os animais estavam fora do galpão de CB.

Tabela 7 - Médias em horas dos comportamentos de vacas holandesas criadas em sistema compost barn, duração da ordenha e revolvimento da cama nos períodos de inverno e verão, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

Atividade	Tempo estimado dedicado à atividade em 24 h (inverno)	Tempo estimado dedicado à atividade em 24 h (verão)
Comendo	3 h e 18 min (198 min)	4 h e 29 min (269 min)
Em pé ruminando	1 h e 48 min (108 min)	1 h e 20 min (80 min)
Em pé em ócio	2 h e 58 min (178 min)	1h e 34 min (94 min)
Deitada ruminando	4 h e 05 min (245 min)	7 h e 13 min (433 min)
Deitada em ócio	6 h e 19 min (379 min)	5 h e 02 min (302 min)
Ordenha/Revolvimento cama	5 h e 32 min (332 min)	4h e 22 min (262 min)

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na Tabela 8 estão apresentadas as médias em minutos (com ajustes - de acordo com aqueles animais que tiveram o maior número de observações em cada comportamento) de todos os comportamentos dos animais avaliados neste estudo durante 96 horas em duas

estações do ano. Houve diferenças ($P < 0,05$) entre os períodos de inverno e verão em relação a todos os comportamentos avaliados. Os animais estiveram mais presentes no cocho de alimentação durante o período de verão. Os comportamentos EPR e EPO foram mais frequentes durante o período de inverno. Os comportamentos DR e DO foram observados por um maior tempo no período do verão e no período do inverno, respectivamente.

Os animais permaneceram maior tempo em pé durante o período de inverno. Já no período de verão os comportamentos de deitar e ruminar foram mais duradouros (TABELA 9).

Tabela 8 - Tempo em minutos dos comportamentos em função da estação do ano, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

	EPC	EPR	EPO	DR	DO
Inverno	218±6,8 A	119±7,6 B	197±7,0 B	267±8,8 A	414±11,2 B
Verão	280±8,9 B	84±6,7 A	87±5,8 A	450±9,1 B	314±8,7 A
CV (%)*	23,81/11,97	53,49/28,05	33,44/17,75	18,76/9,96	20,61/10,30

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

EPC – em pé comendo/ EPR – em pé ruminando/ EPO – em pé em ócio/DR – deitada ruminando/DO – deitada em ócio

*Coeficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Tabela 9 - Tempo em minutos das posturas e atividades dos animais em função da estação do ano, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

	POSTURA		ATIVIDADE	
	Em pé	Deitada	Ruminando	Ócio
Inverno	316±12,9 B	681±14,5 A	386±6,5 A	611±10,0 B
Verão	171±10,3 A	765±9,8 B	534±7,4 B	401±10,3 A
CV (%)*	35,65/18,16	12,94/6,67	11,39/5,72	10,47/5,29

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

*Coeficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Os animais se alimentaram por maior tempo no período de verão quando comparados ao período de inverno (TABELA 8). A proporção de volumoso/concentrado fornecidos aos animais no período de inverno foi 68/32 e no verão 74/26. Como podemos observar durante o período de inverno os animais tiveram maior disponibilidade tanto de concentrado quanto de MS (TABELA 1). O fornecimento de maior quantidade de volumoso durante o período de verão, em conjunto com maior quantidade (Kg) de dieta total fornecida (mais disponibilidade de alimento no cocho) pode ter influenciado no aumento do tempo em que os animais se alimentaram no período. Quando o teor de MS de uma dieta é elevado os animais

permanecem um menor tempo se alimentando, pois ficam saciados mais rapidamente, esse fato se dá por regulação fisiológica (CONRAD et al., 1964). Normalmente, vacas leiteiras da raça holandesa levam mais tempo comendo quando a dieta tem uma quantidade maior de fibras (WOODFORD et al., 1986) como foi observado na alimentação fornecida no verão.

Os animais permaneceram mais tempo ruminando durante o período de verão (média de 8 horas e 33 minutos) em relação ao inverno (média de 5 horas e 53 minutos) (TABELAS 7 e 8). Segundo Dado e Allen (1994) vacas em lactação permanecem em média 7 horas e 40 minutos ruminando em um dia (DADO & ALLEN, 1994). O fato de no inverno a quantidade de volumoso e fibra (FDN) fornecidos aos animais terem sido menores do que na dieta de verão, provavelmente contribuiu para que o tempo de ruminação fosse menor (TABELA 1). De acordo com Adin e colaboradores (2009) o comportamento de ruminar pode ser alterado pela quantidade de fibra presente na dieta. Dietas pobres em FDN diminuem a ruminação dos animais, a quantidade de concentrado em uma dieta completa também pode afetar o tempo de ruminação dos animais. Maekawa et al. (2002) avaliaram o tempo de ruminação de vacas holandesas em lactação fornecendo diferentes relações de forragem/concentrado (40/60, 50/50 ou 60/40) e observaram que os animais que receberam uma quantidade maior de concentrado ruminaram por menos tempo (498, 516 e 584 min/dia, respectivamente).

Os animais observados neste estudo permaneceram mais tempo ruminando deitados (TABELAS 7 e 8). As vacas holandesas em lactação têm preferência por ruminar na posição deitada. O ato de ruminar é mais comum durante a noite e nos períodos entre refeições do dia (COOPER et al., 2007; SCHIRMANN et al., 2012).

As vacas em lactação no período de inverno permaneceram em média 10 horas e 24 minutos deitadas, já no período de verão elas permaneceram em média 12 horas e 15 minutos em repouso (TABELA 7). Isso é indicativo de que os animais estavam se sentindo confortáveis no sistema, principalmente no verão. Deitar é um comportamento prioritário para gado de leite (MUNKSGAARD et al., 2005). As medidas de comportamento de repouso fornecem informações importantes sobre como as vacas interagem com o meio ambiente (DRISSLER et al., 2005). Estudos com vacas leiteiras da raça holandesa criadas em sistema CB em clima temperado mostraram que os animais permanecem de 10 a 13 horas deitados em um período de 24 horas (ENDRES; BARBERG, 2007; ECKELKAMP et al., 2014), resultados semelhantes aos dados obtidos nesse estudo.

No inverno as vacas permaneceram mais tempo em pé (EPR e EPO) do que no verão (TABELA 8). Uma possível explicação para esse fato seria que a alta umidade da cama possa ter contribuído para que os animais ficassem mais tempo em pé. Como já mostrado nas

tabelas 4 e 5 a média da umidade relativa dentro do galpão de CB estava 11% mais elevada do que fora do galpão e o elevado escore de sujidade (TABELA 16) dos animais também comprova esse fato. A umidade da cama pode ter contribuído para aumentar a umidade dentro do galpão resultando nesta diferença entre os dois ambientes. Um estudo realizado para avaliar o efeito da umidade da cama sobre o comportamento de vacas holandesas mostrou que esses animais ficaram mais tempo deitados em instalações que continham camas secas, nos locais em que as camas estavam úmidas os animais permaneceram por mais tempo em pé (FREGONESI et al., 2007b). É possível inferir que a umidade da cama estava alta, em função da diferença entre a UR fora e dentro do galpão (TABELAS 4 e 5) e do elevado escore de sujidade dos animais tanto no inverno quanto no verão (TABELA 16). O fato dos animais terem passado mais tempo ruminando na estação de verão, contribuiu para que os mesmos ficassem mais tempo deitados, visto que as vacas têm preferência por ruminar na posição deitada, fato descrito por Cooper et al. (2007) e Schirmann et al. (2012).

O comportamento de ociosidade foi mais frequente nos animais durante o período de inverno, possivelmente pela maior quantidade de concentrado na dieta (TABELA 1). Um estudo realizado por Moon et al. (2004) comparando diferentes concentrações de FDN na dieta de vacas leiteiras, mostrou que quanto menor a porcentagem de FDN na dieta menor o tempo de ruminação (38%, 32% e 26%/ de 350 para 254 para 154 min/dia, respectivamente) e de alimentação, conseqüentemente maior o tempo de ociosidade.

O tempo de permanência das vacas em lactação na ordenha e na espera do revolvimento da cama do sistema na fazenda 1, ultrapassou 3,5 h/dia (TABELA 7). Segundo Grant (2007) não é recomendado que as vacas em lactação permaneçam mais de 3,5 h/dia na ordenha ou em outras atividades que afetem seu comportamento natural, pois assim as atividades de descansar e comer serão prejudicadas. É importante que o revolvimento da cama seja realizado durante o horário de ordenha dos animais para que os mesmos permaneçam um menor tempo em pé (BEWLEY et al., 2013).

A partir das médias de observações realizadas durante o experimento (48 horas por estação avaliada) foi gerada a porcentagem do tempo (média) dos comportamentos dos animais transformados para um período de 24 horas. Os resultados foram agrupados por períodos que correspondiam a manhã (06:00-11:45hs), tarde (12:00-17:45hs), noite (18:00-23:45hs) e madrugada (00:00-05:45hs) (TABELAS 10, 11 e 12).

Tabela 10 - Análises de comparação de médias em minutos divididos por períodos do dia para os comportamentos em pé comendo (EPC) em relação a estação inverno e verão, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada
Inverno	55±2,5 A b	75±2,8 A c	41±2,9 A b	28±2,2 A a
Verão	65±3,1 A b	86±3,4 A c	82±3,0 B b c	36±3,3 A a

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Coefficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada (48,92/27,41)

Quando analisado o tempo em que os animais passaram comendo dentro de cada estação e em cada período do dia, percebemos que os mesmos passaram menos tempo se alimentando durante o período da madrugada (TABELA 10). A menor disponibilidade de alimento durante esse período do dia e por ser um horário em que as vacas normalmente preferem descansar a se alimentar favorece a ocorrência desse comportamento (COOPER et al., 2007; SCHIRMANN et al., 2012). Notamos também que os animais passaram mais tempo se alimentando durante o período da tarde, provavelmente pelo maior fornecimento de alimento (12hs e 15hs) durante esse período. Segundo DeVries et al., 2005 o aumento da frequência de fornecimento de alimento aumenta o tempo total de alimentação das vacas.

Tabela 11 - Análises de comparação de médias em minutos divididos por períodos do dia para o comportamento deitada ruminando (DR) em relação a estação inverno e verão, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada
Inverno	61±2,7 A b	37±3,8 A a	57±3,0 A b	88±4,7 A c
Verão	106±3,6 B a	108±3,5 B a	91±2,6 B a	127±3,1 B b

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Coefficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada (30,01/18,68)

Dentro de ambas estações o comportamento DR foi mais frequente durante a madrugada (TABELA 11). O tempo de ruminação dos animais está altamente associado ao tempo dedicado ao comportamento de deitar, sendo estes comportamentos mais frequentes durante o período da madrugada (SCHIRMANN et al., 2012).

Tabela 12 - Análises de comparação de médias em minutos divididos por períodos do dia para o comportamento deitada em ócio (DO) em relação a estação inverno e verão, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada
Inverno	90±3,4 A b	63±4,2 A a	108±3,7 B c	117±4,0 B b c
Verão	86±3,7 A c	62±3,5 A a	67±2,9 A b	86±2,7 A c

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

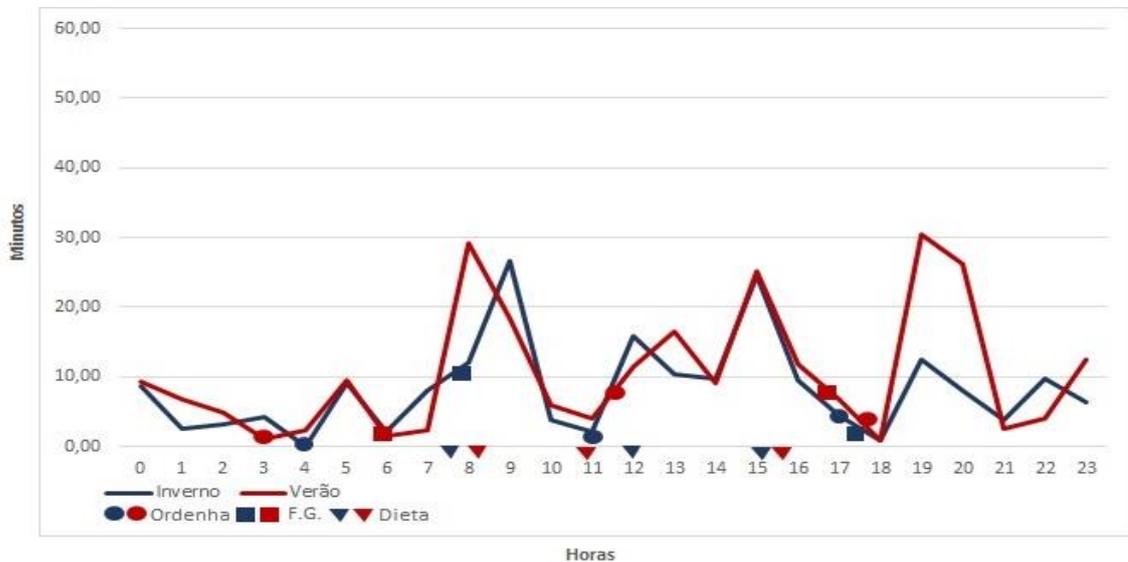
Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Coefficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada (30,60/16,76)

Podemos observar que os animais permaneceram um maior tempo deitados em ócio no período da noite e da madrugada durante a estação de inverno em relação ao verão, não havendo diferenças significativas desse comportamento entre estações nos outros períodos do dia (TABELA 12). Analisando dentro das estações podemos observar que no inverno o comportamento DO foi mais frequente durante a noite e na madrugada, já no verão esse mesmo comportamento foi mais comum durante a madrugada e no período da manhã. Os animais criados em sistema CB apresentaram um padrão cíclico de comportamento de deitar semelhante a outros sistemas intensivos de criação de gado de leite. Endres e Barberg (2007), avaliaram o comportamento de deitar de vacas holandesas criadas em sistemas de CB em clima temperado e observaram que os animais permaneceram maior tempo deitados durante o período da noite (20:00-8:00hs) do que durante o dia.

Na figura 6 podemos observar picos de alimentação próximos aos horários de fornecimento de alimento para os animais, e logo após o retorno da ordenha e após o revolvimento do composto. Estudos realizados com vacas holandesas em lactação alojadas em sistema intensivo mostraram que o padrão de alimentação diário dos animais nesses sistemas está muito relacionado com o momento de oferta do alimento e após retorno da ordenha (DEVRIES; VON KEYSERLINGK, 2005; ADIN et al., 2009; SCHIRMANN et al., 2012). Como os bovinos possuem comportamento gregário o fato de uma vaca se mover para o cocho de alimentação provoca um estímulo no grupo fazendo com que haja uma sincronia em seus comportamentos (CURTIS; HOUP, 1983).

Figura 6 - Atividade de alimentação de vacas holandesas criadas em sistema compost barn ao longo do dia nos períodos de verão e inverno, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.



F.G. – fora do galpão

A medida em que a ordem de parto aumentou, diminuiu o tempo em que os animais permaneciam comendo (TABELA 13). Esses resultados corroboram os estudos realizados por Azizi et al. (2010) e Neave et al. (2017) em que demonstraram que vacas com ordem de parto mais elevadas realizam um menor número de refeições e se alimentam mais rápido, ingerindo uma maior quantidade de alimento em cada refeição em comparação com vacas mais jovens.

Tabela 13 - Tempo em minutos das atividades (comendo, ruminando e ócio) e posturas (em pé e comendo) dos animais em função da ordem de parto, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

Ordem de parto	1 e 2 partos	Mais de 3 partos	CV(%)*
Comendo	267±9,5 B	234±7,9 A	21,89/11,03
Ruminando	457±12,2 A	459±12,2 A	8,70/4,41
Ócio	492±17,6 A	523±17,1 B	12,01/6,07
Em pé	214±14,7 A	271±14,8 B	19,85/8,86
Deitada	735±13,6 A	711±13,6 A	9,99/5,20

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

*Coeficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada
Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Não houve diferença ($P > 0,05$) em relação à ordem de parto quanto ao tempo em que os animais permaneceram deitados. Já o tempo de permanência em pé foi maior em animais mais velhos ($P < 0,05$, TABELA 30).

As vacas com maior produção de leite passaram mais tempo deitadas e mais tempo ruminando e, menos tempo em ócio. Como o tempo de alimentação foi semelhante para vacas dos grupos de produção 1 e 2 e as de maior produção ficaram mais tempo ruminando conseqüentemente permanecem menos tempo em ócio (TABELA 14). Estes resultados são semelhantes aos relatados por Norring e colaboradores (2012) que encontraram uma associação positiva entre a produção de leite e o tempo em que as vacas permaneceram ruminando. As vacas têm preferência por ruminar na posição deitada (COOPER et al., 2007; SCHIRMANN et al., 2012).

Tabela 14 - Tempo em minutos das atividades (comendo, ruminando e ócio) e posturas (em pé e comendo) em função da produção, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

Produção	Produção 1	Produção 2	CV(%)*
Comendo	247±9,6 A	253±7,7 A	21,70/10,89
Ruminando	481±13,0 B	436±10,6 A	9,90/5,01
Ócio	488±18,2 A	526±15,8 B	13,35/6,74
Em pé	206±13,6 A	284±15,1 B	22,85/10,45
Deitada	763±11,9 B	677±13,1 A	10,00/5,22

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Produção 1 – acima de 39kg/Produção 2 – Abaixo de 38,7kg

*Coeficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada
Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

5.1.5 Escore de locomoção

Em relação ao escore de locomoção não houve diferença significativa ($P=0,1437$) entre as estações (TABELA 15).

Tabela 15 - Escore de locomoção de vacas holandesas criadas em sistema compost barn, município de Itamonte, Minas Gerais.

Escore de locomoção	N inverno (%)	N Verão (%)	Total
Escore 0	10 (40,0)	15 (60,0)	25
Escore 1	18 (54,5)	15 (45,5)	33
Escore 2	5(83,3)	1 (16,7)	6
Escore 3	0(0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

N = número de animais

As figuras 7 e 8 apresentam a relação entre os comportamentos e o escore de locomoção dos animais avaliados. Foram agrupados os escores 1 e 2 (claudicação) para

realização da análise de variância, pelo fato do número de animais apresentando escore 2 ter sido baixo.

Figura 7 - Tempo em minutos das atividades (comendo, ruminando e ócio) dos animais em função do escore de locomoção, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

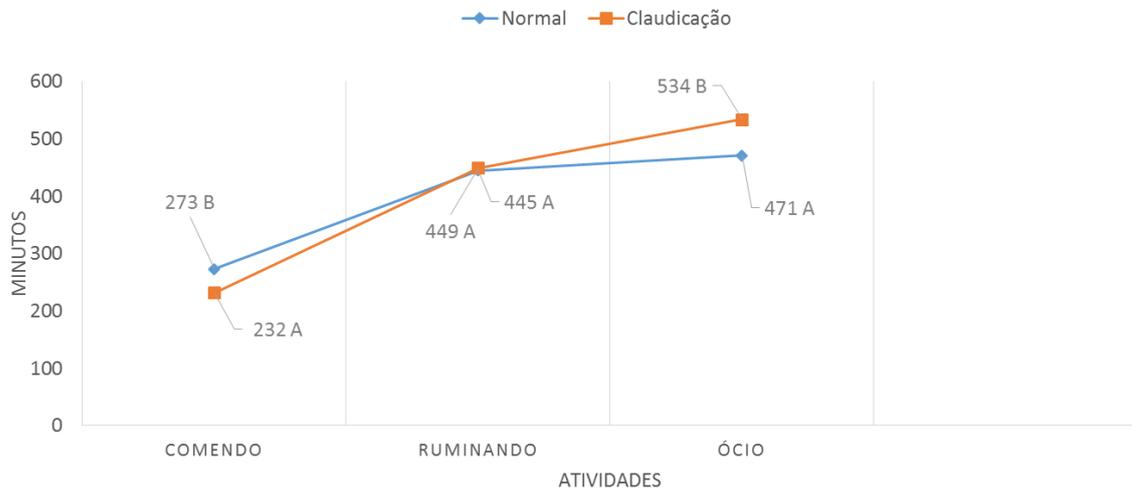
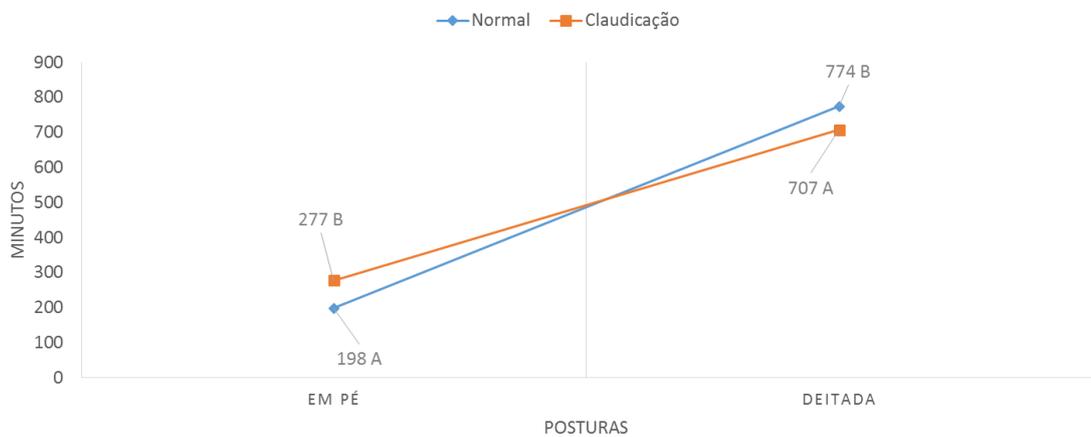


Figura 8 - Tempo em minutos das posturas (em pé e deitada) dos animais em função do escore de locomoção, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.



Os animais com escore de locomoção normal passaram mais tempo comendo em relação aos que apresentavam algum grau de claudicação (FIGURA 7). A medida que aumentou o escore de locomoção as vacas passaram mais tempo em pé (FIGURA 8). Gomez e Cook (2010) realizaram um estudo avaliando vacas leiteiras com diferentes escores de locomoção e observaram resultados semelhantes ao encontrado nessa pesquisa. O tempo de

alimentação das vacas com claudicação foi menor e a permanência em estação foi maior do que em vacas com escore de locomoção normal.

Os animais que apresentaram algum grau de claudicação permaneceram por mais tempo em pé, conseqüentemente ficaram um menor tempo deitados quando comparados aos animais sem claudicação (FIGURA 8). Os animais que permanecem maior tempo em pé estão mais expostos à umidade e aos dejetos, isso faz com que diminua a dureza do casco (BODERAS et al., 2004). A redução no tempo em que os animais permanecem deitados atua como fator exacerbante no desenvolvimento de lesões podais (LEONARD, et al., 1996). A junção de fatores como a possível umidade elevada da cama e um maior tempo em pé provavelmente contribuíram para o aumento de problemas de casco nos animais.

5.1.6 Escore de sujidade

Na Tabela 16 estão descritas as porcentagens dos escores de sujidade avaliados em diferentes partes anatômicas dos animais durante o período de inverno e verão.

Tabela 16 - Escore de sujidade de rebanho manejado em sistema compost barn na fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais.

Escore de sujidade	Inverno		Verão	
	Escore 0	Escore 2	Escore 0	Escore 2
Úbere	26,5%	73,5%	38,7%	61,3%
Quarto traseiro	47,1%	52,9%	48,4%	51,6%
Patas Traseiras	0	100%	3,2%	96,8%

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O escore de sujidade foi elevado tanto no inverno quanto no verão, não apresentando diferenças significativas ($P=0,1341$) entre as estações (TABELA 16), indicando possível falha no manejo da cama. A cama na fazenda 1 não era totalmente trocada desde 2013, sendo realizadas apenas reposições de $\frac{1}{2}$ m² na linha do comedouro a cada 90 dias, local normalmente mais úmido pela deposição de fezes e urina. Um estudo realizado comparando sistema FS de ventilação cruzada (CV), sistema FS de ventilação natural (NV) ambos possuindo cama de areia e sistema CB com ventilação artificial encontraram maior escore de sujidade em vacas alojadas em sistema CB (LOBECK et al., 2011).

A higiene das vacas (pele e úbere) tem correlação direta com o manejo e a qualidade da cama. Para que a compostagem seja eficiente, a umidade da cama diminua e as vacas se mantenham limpas a temperatura interna da cama deve ser elevada, sendo essa superior a 52°C (KLASS et al., 2010). Quando o composto estiver compactado e com umidade

excessiva, a temperatura interna estará reduzida e conseqüentemente haverá pouca aeração do material. Estudos recomendam a reposição de cama pelo menos a cada seis semanas e a troca total da cama anualmente (BEWLEY et al., 2013; BLACK et al., 2013).

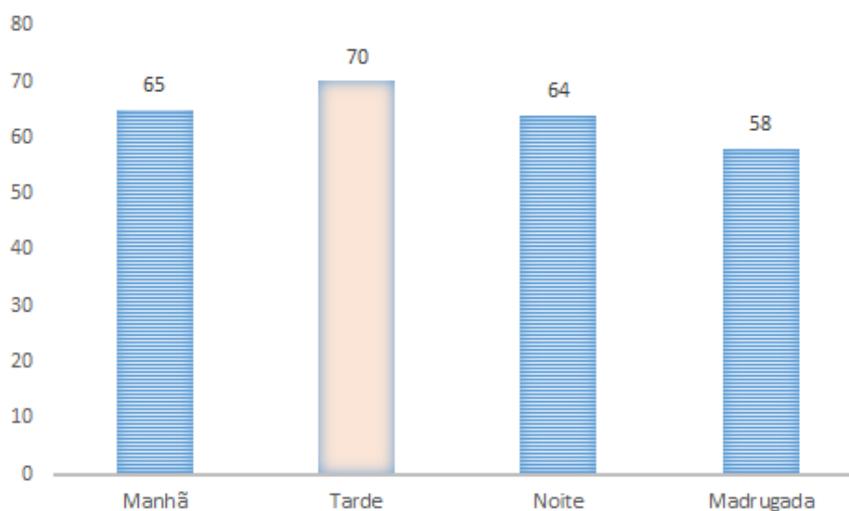
O manejo inadequado da cama pode elevar a CCS e aumentar a incidência de casos de mastite clínica (BEWLEY et al., 2013). Mesmo com o elevado escore de sujidade das vacas não houve associação significativa ($P=0,9564$) entre a CCS e essa variável.

5.2 Fazenda 2 – Comparação do comportamento de vacas primíparas e pluríparas em sistema *compost barn*

5.2.1 Índice de conforto térmico

Os valores médios da temperatura ambiente e umidade relativa do ar aferidos na parte interna e externa do CB, durante às 48 horas de avaliação, foram respectivamente, 19°C, 21°C, 68% e 58%. A partir destes dados foram obtidos o ITU médio de 64 (parte interna do CB) e 67 (parte externa do CB), indicando que os animais estavam submetidos a um ambiente com conforto térmico. Apenas no período da tarde o ITU indicava um estresse leve. Em todos outros períodos durante o inverno o ITU foi abaixo de 68 indicando que os animais estavam em conforto térmico (FIGURA 9).

Figura 9 - Médias do índice de temperatura e umidade (ITU) no interior do galpão de compost barn em diferentes períodos do dia durante o inverno na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.



5.2.2 Temperatura de superfície da cama

As temperaturas médias superficiais da cama do CB (TABELA 17), de maneira geral, se mantiveram abaixo da temperatura ambiente dentro e fora do galpão. Estes resultados mostraram que a cama do CB fornece condições de temperaturas mais amenas que a temperatura ambiente, podendo assim contribuir para maior conforto dos animais. Mais estudos a respeito devem ser realizados.

Tabela 17 - Temperatura superficial da cama do compost barn e temperatura ambiente no período de estudo na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

Horas	AT (T°C)	DT (T°C)	DL (T°C)	TH (T°C)
08:00	20	20	19	26
15:00	17	20	21	27

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

AT – antes de passar o trator / DT – depois de passar o trator/DL – *Data Logger* (dentro do galpão)/TH – termohigrômetro (fora do galpão)

5.2.3 Análise bromatológica da dieta total

As percentagens de nutrientes contidos na ração total de vacas primíparas e pluríparas foram semelhantes (TABELA 2). Novilhas de primeira cria necessitam de maior aporte de nutrientes, pois ainda estão em desenvolvimento e têm necessidades nutricionais comparativamente mais elevadas (CARVALHO et al., 2003). O fato da alimentação de ambos grupos serem semelhantes pode ter influenciado no tempo em que as vacas primíparas permaneceram se alimentando, por necessitarem de mais nutrientes em decorrência do seu estágio de desenvolvimento (CARVALHO et al., 2003), isso possivelmente fez com que esse grupo ficasse mais tempo se alimentando para suprir suas necessidades fisiológicas (TABELA 18 e 19).

As médias de produção de leite durante o período de estudo foram de 39,6 kg/animal/d para as vacas primíparas e 46,7 kg/animal/d para as vacas pluríparas.

5.2.4 Escore de condição corporal

O escore de condição corporal predominante nos animais foi de 3,5 (FIGURAS 10 e 11). Segundo Roche et al. (2009) e Leach et al. (2009b) o escore de condição corporal ideal de fêmeas em lactação é de 3,0 a 3,25, escores abaixo de 3,0 podem afetar a produção e a reprodução, e acima de 3,25 podem levar ao aumento do risco de distúrbios metabólicos.

Animais que se encontram em condições corporais extremas (inferior a 2,5 ou superior a 4), indicam condições inadequadas de bem-estar animal.

Figura 10 - Escore de condição corporal de vacas primíparas holandesas criadas em sistema compost barn na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

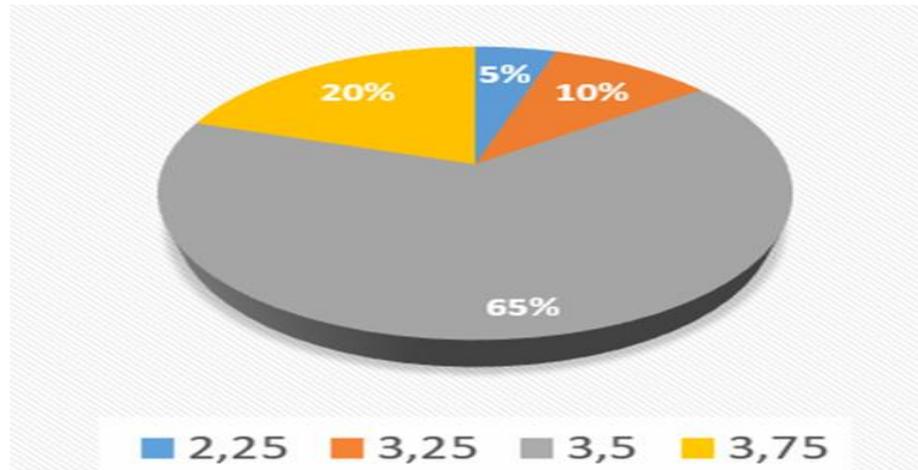
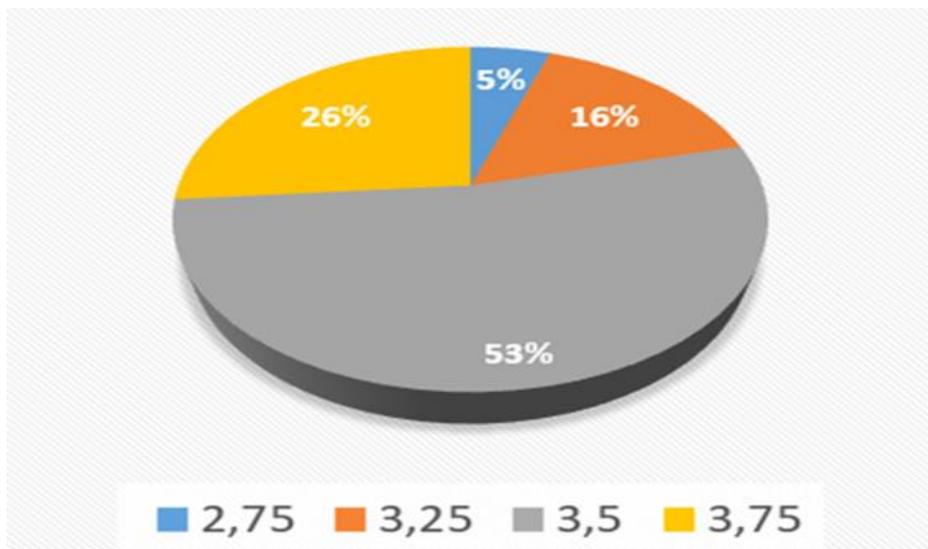


Figura 11 - Escore de condição corporal de vacas pluríparas holandesas criadas em sistema compost barn na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.



5.2.5 Monitoramento do comportamento dos animais

Na tabela 18 estão descritos as médias em horas e minutos dos comportamentos dos animais avaliados sem ajustes (ajustes foram feitos posteriormente para as análises estatísticas de acordo com aqueles animais que tiveram o maior número de observações em cada comportamento) em 24 horas. Também estão inseridos os tempos não observados no

momento de ordenha e revolvimento de cama em que os animais estavam fora do galpão de CB.

Tabela 18 - Médias em horas dos comportamentos de vacas holandesas criadas em sistema compost barn no período de inverno, fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

Atividade	Tempo estimado dedicado à atividade em 24 hs (primíparas)	Tempo estimado dedicado à atividade em 24 hs (pluríparas)
Comendo	6 hs e 22 min (382 min)	4 hs e 12 min (252 min)
Em pé ruminando	1 h e 45 min (105 min)	2 hs e 37 min (157 min)
Em pé em ócio	1 h e 31 min (91 min)	2 hs e 20 min (140 min)
Deitada rumiando	5 hs e 41 min (341 min)	4 hs e 36 min (276 min)
Deitada em ócio	5 hs e 24 min (324 min)	5 hs e 21 min (321 min)
Ordenha/Revolvimento cama	3hs e 14 min (197 min)	4hs e 54 min (294 min)

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nas tabelas 18 e 19 estão apresentadas as médias em minutos (com ajustes - de acordo com aqueles animais que tiveram o maior número de observações em cada comportamento) de todos os comportamentos dos animais avaliados neste estudo durante 48 horas divididos de acordo com a ordem de parto dos animais. Houve diferença ($P < 0,05$) entre os comportamentos em pé comendo, em pé ruminando e em pé em ócio entre as vacas primíparas e pluríparas (TABELA 19). Os comportamentos EPR e EPO foram mais frequentes nas vacas com ordem de parto mais elevada. As vacas pluríparas permaneceram maior tempo em pé quando comparadas com vacas primíparas (TABELA 19).

Tabela 19 - Tempo em minutos dos comportamentos (em pé comendo, em pé ruminando, em pé em ócio, deitada ruminando, deitada em ócio) em função da ordem de parto, fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

Ordem de parto	Primíparas	Pluríparas	CV(%)*
EPC	390±6,0 B	279±6,6 A	14,13/7,06
EPR	107±5,8 A	174±11,4 B	48,20/25,81
EPO	83±3,1 A	147±7,9 B	39,06/17,96
DR	349±8,8 A	305±12,1 A	24,27/13,01
DO	332±8,9 A	354±12,7 A	24,00/12,14
Em pé	190±7,4 A	322±15,0 B	34,73/16,84
Deitada	680±9,1 A	659±15,4 A	14,12/7,22
Ruminando	478±6,9 A	479±8,1 A	12,12/6,14
Ócio	414±7,9 A	502±11,5 B	14,49/7,21

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

EPC – em pé comendo/ EPR – em pé ruminando/ EPO – em pé em ócio/DR – deitada ruminando/DO – deitada em ócio

Normal – escore 0/Claudicação – escore 1 e 2

*Coeficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Na tabela 19, observa-se que as vacas primíparas estiveram presentes por mais tempo ao cocho de alimentação do que as vacas pluríparas, mas o comportamento de ruminação não teve diferença significativa entre os grupos por ordem de parto. Estudos realizados por Azizi et al. (2010) e Neave et al. (2017) demonstraram que vacas primíparas realizavam um número maior de refeições por dia e passavam mais tempo se alimentando, provavelmente pela menor capacidade ruminal e pelo tamanho das mordidas. Vacas pluríparas possuem maior capacidade ruminal e mordidas maiores, isso faz com que elas se alimentem mais rapidamente quando comparadas às vacas primíparas (BEAUCHEMIN et al., 2002). No mesmo estudo realizado por Neave et al. (2017) o tempo de deitar entre as duas categorias não apresentou diferença significativa. Em nosso estudo quando se comparou separadamente as atividades (ócio e ruminação) e as posturas (em pé e deitada) entre as duas categorias de parto, foram encontradas diferenças significativas em relação a postura em pé e a atividade em ócio, sendo estes comportamentos mais frequentes nas vacas pluríparas (TABELA 19).

5.2.6 Escore de locomoção (EL)

Quando se realiza um comparativo das porcentagens entre os escores de locomoção das vacas primíparas e pluríparas, observa-se que essas últimas apresentaram uma porcentagem numericamente maior de escore de locomoção normal (TABELA 20). Mas, estatisticamente não houve diferença ($P=0,4250$) entre os grupos de paridade.

Não houve animais apresentando claudicação grave e nem vacas pluríparas com claudicação moderada (TABELA 20). A superfície de apoio mais macia no sistema CB tende a reduzir a claudicação (BLACK et al., 2013). Os animais permanecem menos tempo em piso de concreto, o que pode reduzir as afecções do casco (SOGSTAD et al., 2005). Quanto menor o escore de locomoção melhores os índices de produção de leite e do bem-estar das vacas leiteiras (ARCHER et al., 2010a).

Tabela 20 - Escore de locomoção de vacas holandesas (primíparas e pluríparas) criadas em sistema compost barn, fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

Escore de locomoção	N primíparas (%)	N pluríparas (%)	Total
Escore 0	7 (41,2)	10 (58,8)	17
Escore 1	12 (54,5)	10 (45,5)	22
Escore 2	5 (100,0)	0 (0,0)	1
Escore 3	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

N = número de animais

Tabela 21 - Tempo em minutos dos comportamentos (em pé comendo, em pé ruminando, em pé em ócio, em pé ruminando, deitada ruminando, deitada em ócio) em função do escore de locomoção, fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

Escore de locomoção	Normal	Claudicação	CV(%)*
EPC	338±10,3 A	332±9,6 A	14,36/7,18
EPR	116±9,3 A	159±9,9 B	47,13/24,96
EPO	125±9,3 A	108±5,6 A	37,91/17,61
DR	354±11,0 A	307±10,17 A	22,89/12,42
DO	328±11,35 A	332±5,6 A	23,88/12,07
Em pé	241±15,7 A	267±14,13 A	35,08/16,80
Deitada	680±11,66 A	660±13,3 A	14,41/7,37
Ruminando	469±7,0 A	646±8,2 A	11,70/5,93
Ócio	457±12,9 A	462±10,5 A	15,51/7,65

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

EPC – em pé comendo/ EPR – em pé ruminando/ EPO – em pé em ócio/DR – deitada ruminando/DO – deitada em ócio

Normal – escore 0/Claudicação – escore 1 e 2

*Coeficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Não houve diferença significativa no tempo em que os animais com escore de locomoção normal e que apresentaram claudicação (independente da ordem de parto) permaneceram em pé comendo (TABELA 21). As fêmeas que apresentavam algum grau de

claudicação permaneceram por mais tempo em pé ruminando (TABELA 20). Em um estudo realizado avaliando o tempo de alimentação de vacas leiteiras com diferentes escores de locomoção mostrou que as vacas que apresentavam algum nível de claudicação se alimentavam por menos tempo e passavam mais tempo em pé paradas que vacas com escore de locomoção normal (GOMEZ; COOK, 2010). Em nossa pesquisa as vacas que apresentaram algum grau de claudicação permaneceram mais tempo em pé ruminando (TABELA 21), mas em todos os outros comportamentos não houve diferenças significativas.

Tabela 22 - Tempo em minutos da atividade de ócio em função da ordem de parto (primíparas e pluríparas) e do escore de locomoção (normal e claudicação), fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

	Normal	Claudicação
Primíparas	384±5,9 A a	439±7,9 A a
Pluríparas	531±10,3 B a	483±12,0 A a

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Coefficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada (11,70/5,93)

Tabela 23 - Tempo em minutos da atividade de ruminação em função da ordem de parto (primíparas e pluríparas) e do escore de locomoção (normal e claudicação), fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

	Normal	Claudicação
Primíparas	478±6,4 A a	437±6,6 A a
Pluríparas	458±7,8 A a	493±8,2 B a

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam médias diferentes ($P \leq 0,05$)

Coefficiente de Variação original/CV da variável com transformação raiz quadrada (15,51/7,35)

As vacas pluríparas com escore de locomoção normal permaneceram por mais tempo em atividade de ócio quando comparadas com as vacas primíparas, com o mesmo escore locomoção (TABELA 22). Em relação a atividade de ruminação, vacas pluríparas com algum grau de claudicação, ruminaram por mais tempo em relação a vacas primíparas com escore de locomoção 1 ou 2 (TABELA 23).

5.2.7 Escore de sujidade

O escore de sujidade dos animais avaliados foi elevado (TABELA 24) indicando possíveis falhas no manejo da cama. Não houve diferença significativa entre o escore de

sujidade de vacas primíparas e pluríparas. A cama do CB deve ser trocada quando se torna úmida a ponto de notar que ficam aderidas aos animais (BLACK et al., 2013). A higiene das vacas (pele e úbere) reflete o manejo da cama e do processo de compostagem, para que essa seja eficiente e as vacas se mantenham limpas a temperatura interna da cama tem que ser elevada, superior a 52°C (KLASS et al., 2010).

Tabela 24 - Escore de sujidade de vacas criadas em sistema compost barn na fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais.

Escore de sujidade	Primíparas		Pluríparas	
	Escore 0	Escore 2	Escore 0	Escore 2
Úbere	15%	85%	20%	80%
Quarto traseiro	40%	60%	25%	75%
Patas Traseiras	0	100%	10%	90%

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fazenda 1

As vacas em lactação alojadas em sistema *compost barn* em clima tropical apresentaram comportamento normal.

O bioclima no sistema *compost barn*, nos dias avaliados, apresentou indicativos de conforto térmico para os animais alojados.

O tempo necessário para manejar a cama somado ao tempo de ordenha diminui o tempo disponível para os animais ficarem deitados ou se alimentando dentro do galpão. Isso indica a importância da eficiência no revolvimento de cama no momento da ordenha.

Os produtores devem ter atenção especial ao manejo da cama para oferecer conforto e bem-estar as vacas manejadas em *compost barn*, fazendo avaliações periódicas do composto, principalmente quanto a temperatura e umidade.

Fazenda 2

O sistema *compost barn* dentro das condições avaliadas apresentou índices de conforto e bem-estar adequados para as vacas primíparas e pluríparas.

O comportamento alimentar de vacas em diferentes ordens de parto difere entre si, isso demonstra a importância do manejo nutricional diferenciado para as duas categorias e o sistema *compost barn* facilita essa divisão entre lotes de maneira prática e eficiente.

Os produtores devem ter maior atenção ao manejo correto da cama para melhorar o conforto e bem-estar das vacas presentes nesse sistema, fazendo avaliações periódicas do composto avaliando principalmente temperatura e umidade.

REFERÊNCIAS

- ADIN, G., R. *et al.* Effect of feeding cows in early lactation with diets differing in roughage neutral detergent fiber content on intake behavior, rumination, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 3364–3373, 2009.
- ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior in dairy cattle. *J. Dairy Science*, v. 76, p. 485-498, 1993.
- ALLEN, J. D. *et al.* Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. **Journal of Dairy Science**, p. 1–10, 2015.
- ALTMAN, J. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behavior*, v.49, p.227-267, 1974.
- ANDREASEN, S. N.; FORKMAN, B. The welfare of dairy cows is improved in relation to cleanliness and integument alterations on the hocks and lameness when sand is used as stall surface. **Journal of Dairy Science**, v. 95(9), p. 4961–4967, 2012.
- ARCHER, S., GREEN, M., HUXLEY, J. Association between Milk Yield and Serial Locomotion Score Assessments in UK Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 4045-4053, 2010a.
- ARCHER, S. C.; BELL, N.; HUXLEY, J. Lameness in UK dairy cows: a review of the current status. *In Practice*, v. 32, p. 492-504, 2010b.
- ASTIZ, S. *et al.* Enhanced udder health and milk yield of dairy cattle on compost bedding systems during the dry period: A comparative study. **Livestock Science**, v. 159, p. 161–164, 2014.
- AZEVEDO, M *et al.* Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 holandês – zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005.
- AZIZI, O.; HASSELMANN, L.; KAUFMANN, O. Variations in feeding behaviour of high-yielding dairy cows in relation to parity during early to peak lactation. **Archiv Tierzucht**, v. 53, p. 130–140, 2010.
- BAR, D.; SOLOMON, R. Rumination collars: what can they tell us. First North Am. Conf. Precision Dairy Management, p. 214-215, Toronto, Canada. 2010.
- BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. Compost dairy barns in Minnesota: A descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, p. 97–102, 2007a.
- BARBERG, A. E. *et al.* Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 1575–1583, 2007b.
- BARKER, Z. E. *et al.* 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.

BACH, A. *et al.* Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 40–46, 2007.

BEAUCHEMIN, K. A.; MAEKAWA, M.; CHRISTENSEN, D. A. Effect of diet and parity on meal patterns of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 215–223, 2002.

BERNABUCCI, U.; BIFFANI, S.; BUGGIOTTI, L. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 97(1), p. 471–486, 2014.

BERNARDI, F. *et al.* The stall-design paradox : Neck rails increase lameness but improve udder and stall hygiene. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 7, p. 3074–3080, 2009.

BEWLEY, J. M.; TARABA, J. L. Compost bedded pack barns in Kentucky. University of Kentucky Cooperative Extension Service Factsheet ID-178. 2009.

BEWLEY, J. *et al.* Compost bedded pack barn design: features and management considerations. University of Kentucky college of agriculture. Lexington, 2012.

BEWLEY, J. *et al.* Guidelines for managing compost bedded-pack barns. The dairy practices council, 2013.

BLACK, R. A. *et al.* The relationship between compost bedded pack performance , management , and bacterial counts. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 5, p. 2669–2679, 2014.

BLACK, R. A. *et al.* Compost bedded pack dairy barn management , performance , and producer satisfaction. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 12, p. 8060–8074, 2013.

BOISSY, A. *et al.* Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. **Physiology & Behavior**, v. 92, p. 375–397, 2007.

BORDERAS, T. F. *et al.* Effect of lameness on dairy cows' visits to automatic milking systems. **Can. Journal Animal Science**, V., 88, p. 1–8, 2008.

BRITO, A. S., F. V. Nobre, J. R. R. Fonseca. Bovinocultura leiteira: informações técnicas e de gestão. SEBRAE/RN, p. 320, 2009.

BROOM, D. M. Assessing welfare and suffering. **Behaviour Process**, v. 25, p. 117–123, 1991.

BRUIJNIS, M.; HOGVEENM, H., STASSEN, E. Assessing Economic Consequences of Foot Disorders in Dairy Cattle Using a Dynamic Stochastic Simulation Model. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 2419-2432, 2010.

BURGSTALLER, J *et al.* Claw health and prevalence of lameness in cows from compost bedded and cubicle freestall dairy barns in Austria. **The Veterinary Journal**, v. 216, p. 81–86, 2016.

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shede management systems to reduce heat stress for dairy cows. **American Society of Agricultural Engineers**, p. 16, 1982.

CALAMARI, L.; BERTONI, G. A review: Model to evaluate welfare in dairy cows farms, Italian. **Journal Animal Science**, v. 8, p. 301-323, 2009.

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**, v. 120, p. 9–17, 2009.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T. de. CONSTRUÇÕES PARA GADO DE LEITE: Instalações para Novilhas. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/artigos/zootecnia/constleite/index.htm>>. Acesso em 3 de Fev. 2017.

CARVALHO, L. A. *et al.* Sistema de Produção de Leite (Zona da Mata Atlântica). Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/autores.html>> Acesso: 08 de Jul. 2017.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. Changes in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal Animal Science**, v. 47, p. 54, 1964.

COOK N. B. *et al.* The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. **Journal Animal Science**, v. 90, p. 1674–1682, 2007.

COOK, N. The Influence of Barn Design on Dairy Cow Hygiene, Lameness and Udder Health. Proceedings of the 35th American association of Bovine Practitioners Annual Conference, Rome, Georgia, p. 97-103,2002.

CHAPLIN, S. J. *et al.* An evaluation of mattresses and mats in two dairy units. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 66, p. 263–272. 2000.

CLARK, J. D.; RAGER, D. R.; CALPIN, J. P. Animal well-being: I. General considerations. **Laboratory Animal Science**, v. 47, p. 564-570, 1997.

COOPER, M. D.; ARNEY, D. R.; PHILLIPS, C. J. C., Two-or four-hour lying deprivation on the behavior of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 1149–1158, 2007.

CURTIS, S.E.; HOUPPT, K.A. Animal ethology: Its emergence in animal science. **Journal of Dairy Science**, v. 57, p. 234-247, 1983.

DADO, R. G.; ALLEN. M. S. Variation in and relationship among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 132-144, 1994.

DEVRIES, T. J.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; BEAUCHEMIN, K. A. Diurnal feeding pattern of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 86, p. 4079-4082, 2003.

- DEVRIES, T. J.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 625–631, 2005.
- DOBSON, H. *et al.* Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? **The Animal Consortium**, v. 2, p. 1104-1111, 2008.
- DRISLER, M. *et al.* Freestall maintenance: effects on lying behavior on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 2381–2387, 2005.
- ECKELKAMP, E. A. *et al.* Case study: Characterization of lying behavior in dairy cows transitioning from a free-stall barn to a compost bedded pack barn. **Professional Animal Scientist**, v. 30, p.109–113, 2014.
- ENDRES, M. I.; BARBERG, A. E. Behavior of dairy cows in an alternative bedded-pack housing system. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 4192–4200, 2007.
- EDMONSON, A. J., I. J. *et al.* A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 68, 1989.
- ETIM, N. A. *et al.* Stress and animal welfare: an uneasy relationship. *European Journal of Advanced Research in Biological and Life Sciences*, v. 1, p. 9, 2013.
- FERGUSON, J. O.; GALLIGAN, D. T.; THOMSEN, N. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2695, 1994.
- FRASER A. F. The history of applied ethology. In *Animal welfare Animal Welfare Committee of the World Veterinary Association*, London, p. 14-25, 1992.
- FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. *Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future*. FAWC; London, UK, p. 243–254, 2009.
- FIALHO, W. A criação de gado de leite no Brasil. *Revista Agropecuária*. 2012. Disponível em: < <http://www.revistaagropecuaria.com.br/2012/04/17/a-criacao-de-gado-de-leite-no-brasil/>> Acesso: 15 de Ago 2017.
- FISHER, A. D. *et al.* The effects of feed restriction and lying deprivation on pituitary–adrenal axis regulation in lactating cows. **Livestock Production Science**, v. 73, p. 255–263, 2002.
- FRAZZI, E. *et al.* Behavior of dairy cows with different barn cooling systems. **Transactions of the ASAE**, v. 3, p. 387–394, 2000.
- FREGONESI, J. A.; LEAVER, J. D. Influence of space allowance and milk yield level on behaviour, performance and health of dairy cows housed in strawyard and cubicle systems. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 245–257, 2002.
- FREGONESI, J. A.; TUCKER, C. B.; WEARY, D. M. Overstocking reduces lying time in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 3349–3354, 2007a.
- FREGONESI, J. A. *et al.* Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 5468-5472, 2007b.

GALAMA, P. Prospects for bedded pack barns for dairy cattle. Wageningen UR Livestock Research, 2011.

GRANT, R. Taking advantage of natural behavior improves dairy cow performance. Western Dairy Management Conf., Reno, NV, p 225-236, 2007.

GRANT, R. J.; DANN, H. M. Biological importance of rumination and its use on-farm. Agricultural Research Institute Chazy, NY. 2015.

GREGORINI, P. *et al.* A note on rumination behavior of dairy cows under intensive grazing systems **Livestock Production Science**, v. 158, p.151-156, 2013.

GOMEZ, A.; COOK, N. B. Time budgets of lactating dairy cattle in commercial freestall herds. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5772–5781, 2010.

HALEY, D. B.; RUSHEN, J.; DE PASSILLÉ, A. M. Behavioural indicators of cow comfort: Activity and resting behaviour of dairy cow in two types of housing. **Journal of Dairy Science**, v. 80, 257–263, 2000.

HALEY, D. B.; PASSILLÉ, A. M. de; RUSHEN, J. Assessing cow comfort: effects of two floor types and two tie stall designs on the behaviour of lactating dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 71, p. 105–117, 2001.

HILL, C. T. *et al.* Effect of stocking density on the short-term behavior of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 244, 2009.

HUGHES, J. A. System for Assessing Cow Cleanliness. *Farm Animal Practice*, v. 23, p. 517-524, 2001.

HULTGREN, J.; BERGSTEN, C. Effect of a rubber-slatted flooring system on cleanliness and foot health in tied dairy cows. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 52, p. 75-89, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Pecuária. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 03 Fev. 2017.

ITO, K. *et al.* Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p.3553–3560, 2010.

JANNI, K. A. Composting bedded pack dairy barns in Minnesota. University of Minnesota. 2004 Disponível em: <<http://www.extension.umn.edu/agriculture/dairy/facilities/composting-bedded-packdairy-barns/>>. Acessado em: 04 de Mai de 2017.

JANNI, K. A. *et al.* Compost dairy barn layout and management recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, p. 97-102, 2007.

JANNI, K.; RENEAU, J.; SCHOPER, W. Composting Bedded Pack Barns for Dairy Housing. University of Minnesota, Dairy Extension, Regional Extension Educator-Dairy, 2005.

JENSEN, M. B.; PEDERSEN, L. J.; MUNKSGAARD, L. The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 90, p. 207–217, 2005.

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

VON KEYSERLINGK, M. A. G. *et al.* Invited review: The welfare of dairy cattle — Key concepts and the role of science. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 4101–4111, 2009.

KLAAS, I. C.; BJERG, B. S.; FRIEDMANN S.; BAR, D. Cultivated barns for dairy cows: An option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark? *Dansk Veterinærtidsskrift*, v. 93, p. 20–29, 2010.

KRAWCZEL, P.; GRANT, R. Effects of Cow Comfort on Milk Quality, Productivity and Behavior. Proceedings of the 48th National Mastitis Council Annual Meeting, Charlotte, North Carolina, p. 15-24, 2009.

KOSSAIBATI, M. A.; ESSELMONT, R. J. The costs of production diseases in dairy herds in England. **The Veterinary Journal**, v. 154, p. 41–51, 1997.

LEACH, K.; KNIERIM, U.; WHAY, H. Cleanliness Scoring for Dairy and Beef Cattle and Veal Calves. *Welfare Quality Reports*, v. 11, p. 25-30, 2009a.

LEACH, K.; KNIERIM, U.; WHAY, H. Condition Scoring for Dairy and Beef Cattle and Veal Calves. In: Forkman, B., *Welfare Quality Reports*, v.11, p.1-6, 2009b.

LEACH, K.A.; WINCKLER, C.; WHAY, H. R. Lameness in Dairy and Beef Cattle and Veal Calves, v. 11, p. 35-41, 2009c.

LOBECK, K. M. *et al.* Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 5469–5479, 2011.

MAYER, E. Animal welfare (well-being), the veterinary profession and veterinary services. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, v. 13, p. 113–130, 1994.

MACDONALD, K. A.; ROCHE, J. R. Condition Scoring Made Easy: Condition Scoring Dairy Herds. Dexcel Ltd., Hamilton, New Zealand, v.1, 2004.

MAEKAWA, M.; BEAUCHEMIN, K. A.; CHRISTENSEN, D. A. Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, ruminal pH of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 1176–1182, 2002.

MARTINS, C. E. *et al.* Sistemas de produção de leite para diferentes regiões do Brasil. Embrapa Gado de Leite, 2011. Disponível em: <
<http://www.cnp.gl.embrapa.br/sistemaproducao/book/export/html/385>>. Acesso: 26 de Set 2017.

- MATTACHINI, G. *et al.* Automated measurement of lying behavior for monitoring the comfort and welfare of lactating dairy cows. **Livestock Science**. Elsevier B.V., v. 158, p. 145–150, 2013.
- METZ, J. H. M. The reaction of cows to a short-term deprivation of lying. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 13, p. 301- 307, 1985.
- MILLER, K.; WOOD-GUSH, D. G. M. Some effects of housing on the social behaviour of dairy cows. *Animal Production*, v. 53, p. 271-278, 1991.
- MOALLEM, U. *et al.* Performance of high-yielding dairy cows supplemented with fat or concentrate under hot and humid climates. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 7, p. 3192–3202, 2010.
- MOL, R. de. *et al.* Applicability of day-to-day variation in behavior for the automated detection of lameness in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 96(6), 3703-3712, 2013.
- MOON, H.Y.; LEE, S.C.; SUNG, S.L. Effects of neutral detergent fiber concentration and particle size of the diet on chewing activities of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 17, p. 11, 2004.
- MUNKSGAARD, L. *et al.* Quantifying behavioural priorities - effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 92, p. 3–14, 2005.
- NÄÄS, I.D.A. Princípios de conforto térmico na produção animal. 1 ed. São Paulo: Icone Editora Ltda., p. 183, 1989.
- NEAVE, H. W. *et al.* Parity differences in the behavior of transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 548–561, 2017.
- NEIVA, R. Confinamento mais confortável ao gado desperta interesse de produtores de leite Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18378170/confinamento-mais-confortavel-ao-gado-desperta-interesse-de-produtores-de-leite>>. Acesso: 22 de Jun 2017.
- NISHIDA, T. *et al.* Effect of lying behavior on uterine blood flow during the third semester of gestation. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 2388-2392, 2004.
- NRCS. Compost Bedded Pack Dairy Barns. Manure Management Technology Development Team. East National Technology Support Center, v. 3, 2007.
- RUCKEBUSCH, Y. Relevance of drowsiness in circadian cycle of farm animals. **Animal Behaviour**, v. 20, p. 637–643, 1972.
- OLTENACU, P. A.; ALGERS, B. Selection for increased production and the welfare of dairy cows: Are new breeding goals needed? **Ambio**, v. 34, p. 311-315, 2005.
- O'DRISCOLL, K.; BOYLE, L.; HANLON, A. The effect of breed and housing system on dairy cow feeding and lying behavior. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 116, p. 156 - 162, 2009.

- PALMER, R (2005) Cow Comfort Issues in Freestall Barns Acedido em Fevereiro, 04, 2011, disponível em: <<http://www.wdmc.org/2005/14Palmer.pdf>>. Acesso: 22 de Jun. 2017.
- PHILLIPS, C. J. C.; MORRIS, I. D. The ability of cattle to distinguish between, and their preference for, floors with different levels of friction, and their avoidance of floors contaminated with excreta. **Animal Welfare**, v. 11, p. 21–29, 2002.
- RHOADS, M. L. *et al.* Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 1986–1997, 2009.
- ROCHE, J. R. *et al.* Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5769–5801, 2009.
- ROCHE, J. R. *et al.* Relationships among international body condition scoring systems. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 3076, 2004.
- SANTOS, V. S. Compost Barn: Uma alternativa para o confinamento de vacas leiteiras. 2012. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/mypoint/6239/p_compost_barn_uma_alternativa_para_o_confinamento_de_vacas_leiteiras_4771.aspx?todosComentarios=1> Acesso: 15 de Ago 2017.
- SCHIRMANN, K. *et al.* Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 3212-3217, 2012.
- SCHOPER, W. Fundamentals of compost barn management. University of Minnesota. Disponível em: <<http://www.extension.umn.edu/agriculture/dairy/facilities/compost-barnfundamentals/>>. Acessado em: 07 de Jan. 2017.
- SILVA, I. J. O. *et al.* Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 2036-2042, 2002.
- SHEHAB-EL-DEEN. *et al.* Circadian rhythm of metabolic changes associated with summer heat stress in high-producing dairy cattle. **Trop Anim Health Prod**, v. 42, p.1119-1125, 2010a.
- SHEHAB-EL-DEEN, M. A. M. M. *et al.* Biochemical changes in the follicular fluid of the dominant follicle of high producing dairy cows exposed to heat stress early post-partum. **Animal Reproduction Science**, v. 117, p. 189-200, 2010b.
- SCHREINER, D. A.; RUEGG, P. L. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 86, 3460–3465, 2003.
- SMUTNÝ, L. *et al.* The Usage of Information Technology for Evaluation of Animal Welfare. **Animal Science and Biotechnologies**, v. 46 (2). 2013.
- SOMERS, J. *et al.* Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 71(1-2), p. 11-21, 2005.

- SORIANI, N.; PANELLA, G.; CALAMARI, L. Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 5082-5094, 2013.
- TAPKI, I.; SAHIN, A. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 99, p. 1-11, 2006.
- THOMSEN, P.; MUNKSGAARD, L.; TØGERSEN, F. Evaluation of a Lameness Scoring System for Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 119-126, 2008.
- TREVISI, E. *et al.* The Management of Intensive Dairy Farms Can Be Improved for Better Welfare and Milk Yield. **Livestock Science**, v. 103, p. 231-236, 2006.
- TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; FRASER, D. Effects of three types of freestall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 521-529, 2003.
- TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; FRASER, D. Free-stall dimensions: effects on preference and stall usage. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 1208 – 1216, 2004.
- DE VRIES, M. *et al.* Housin gand management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 118, p. 80-92, 2015.
- WARD, W. *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**, v. 151, p. 199-206, 2002.
- WEBSTER, A. J. F. Farm animal welfare: The five freedoms and the free market. **The Veterinary Journal**, 161, p. 229-237, 2001.
- WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2131-2144, 2003.
- WHAY, H.; WATERMAN, A.; WEBSTER, A. Associations between Locomotion, Claw Lesions and Nociceptive Threshold in Dairy Heifers during the Peri-Partum Period. **The Veterinary Journal**, v. 154, p. 155-161, 1997.
- WOODFORD, J. A.; JORGENSEN, N. A.; BARRINGTON, G. P. Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 1035-1047, 1986.
- VAN DORLAND, H. *et al.* Eating behaviour of dairy cows offered fresh or ensiled white clover, red clover and ryegrass to choose from or in a mixture. **Appl. Anim. Behav. Sci.**, v. 111, p. 205-221, 2008.
- VILELA, D. Sistemas de produção de leite para diferentes regiões do Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/sistemaproducao/>>. Acesso: 07 de Jun. de 2017.

ZIMBELMAN, R. B.; COLLIER, R. J. Heat hits cows sooner than we thought. *Hoard's Dairyman* Apr., v. 25, p. 281, 2011.

ZIMBELMAN, R. B. *et al.* A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *Proc. Southwest Nutr. Man. Conf.*, p. 158–168, 2009.

**ANEXO A - PLANILHA DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO
DE VACAS HOLANDESAS CRIADAS EM SISTEMA *COMPOST BARN***

Data:	EPC – em pé comendo	DR – deitada ruminando
Fazenda:	EPR – em pé ruminando	DO – deitada ócio
Lote:	EPO – em pé ócio	• Bebendo água

S.->	+	%	&	*	§	#													
13:00	EPC	EPC	DR	ERR	EPO	DR													
13:15																			
13:30																			
13:45																			
14:00																			
14:15																			
14:30																			
14:45																			
15:00																			
15:15																			
15:30																			
15:45																			
16:00																			
16:15																			
16:30																			
16:45																			
17:00																			

S = símbolo dos animais

**ANEXO B - ANÁLISES DE MODELOS UNIVARIADOS DA FAZENDA 1,
MUNICÍPIO DE ITAMONTE, MINAS GERAIS**

Análise de regressão linear simples para a resposta comportamental em pé comendo (EPC), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais

Variáveis	Coefficiente	Valor p	R²
Estação do ano (Inverno)	9,414	<0,001	0,279
Situação reprodutiva (Vazia/Gestante)	-1,101	0,658	0,003
Dias em lactação (DEL)	0,017	0,123	0,038
Ordem de parto (OP)	-2,504	0,004	0,127
Produção de leite	0,031	0,867	<0,001
Escore de locomoção	-5,334	0,002	0,142

Análise de regressão linear simples para a resposta comportamental em pé ruminando (EPR), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais

Variáveis	Coefficiente	Valor p	R²
Estação do ano (Inverno)	-3,781	0,026	0,077
Situação reprodutiva (Vazia/Gestante)	-2,297	0,223	0,024
Dias em lactação (DEL)	-0,022	0,007	0,111
Ordem de parto (OP)	1,529	0,022	0,081
Produção de leite	0,443	0,001	0,161
Escore de locomoção	3,845	0,004	0,126

Análise de regressão linear simples para a resposta comportamental em pé em ócio (EPO), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais

Variáveis	Coefficiente	Valor p	R²
Estação do ano (Inverno)	-12,630	<0,001	0,568
Situação reprodutiva (Vazia/Gestante)	-5,957	0,009	0,106
Dias em lactação (DEL)	-0,034	0,001	0,177
Ordem de parto (OP)	1,933	0,019	0,086
Produção de leite	0,375	0,026	0,078
Escore de locomoção	5,052	0,002	0,145

Análise de regressão linear simples para a resposta comportamental deitada ruminando (DR), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais

Variáveis	Coefficiente	Valor p	R²
Estação do ano (Inverno)	24,980	<0,001	0,674
Situação reprodutiva (Vazia/Gestante)	7,699	0,066	0,054
Dias em lactação (DEL)	0,056	0,002	0,147
Ordem de parto (OP)	-1,363	0,371	0,013
Produção de leite	-0,854	0,005	0,120
Escore de locomoção	-7,622	0,012	0,100

Análise de regressão linear simples para a resposta comportamental deitada em ócio (DO), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais

Variáveis	Coefficiente	Valor p	R ²
Estação do ano (Inverno)	-30,064	<0,001	0,766
Situação reprodutiva (Vazia/Gestante)	-1,206	0,801	0,001
Dias em lactação (DEL)	-0,048	0,021	0,083
Ordem de parto (OP)	-1,258	0,465	0,009
Produção de leite	0,715	0,040	0,067
Escore de locomoção	5,428	0,117	0,040

Análises de modelos multivariados

Análise de regressão linear simples para a resposta comportamental deitada em ócio (DO), fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais

Variáveis	EPC	EPR	EPO	DR	DO
Estação do ano (Inverno)	10,069**	-	-13,173**	24,247**	-31,939**
Situação reprodutiva (Vazia)	-	-	-	-	-
Dias em lactação (DEL)	-	-	-	-	0,023*
Ordem de parto (OP)	-2,945**	1,275*	2,485**	-	-
Produção de leite	-	0,490**	-	-	-
Escore de locomoção	-	3,692*	-	-3,669*	-

**P<0,001/*P<0,05

**ANEXO C - ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS EFEITOS FIXOS (OU DAS
VARIÁVEIS CLASSIFICATÓRIAS)**

Tabela de significância das variáveis incluídas nas análises de variância para avaliação dos diferentes comportamentos, fazenda 1, município de Itamonte, Minas Gerais

Variável	Estação do ano	Ordem de parto	Escore de locomoção	Produção
EPC	<u>0,0000</u>	<u>0,0228</u>	<u>0,0047</u>	0,5386
EPR	<u>0,0042</u>	-	<u>0,0035</u>	<u>0,0009</u>
EPO	<u>0,0000</u>	<u>0,0083</u>	-	-
DR	<u>0,0000</u>	-	<u>0,0008</u>	-
DO	<u>0,0000</u>	-	-	-
DEITADA	<u>0,0003</u>	0,8593	<u>0,0000</u>	<u>0,0000</u>
EM PÉ	<u>0,0000</u>	<u>0,0000</u>	<u>0,0004</u>	<u>0,0004</u>
RUMINANDO	<u>0,0000</u>	0,8593	0,0573	<u>0,0024</u>
ÓCIO	<u>0,0000</u>	<u>0,0381</u>	<u>0,0007</u>	<u>0,0218</u>

EPC – em pé comendo/ EPR – em pé ruminando/ EPO – em pé em ócio/DR – deitada ruminando/DO – deitada em ócio

Tabela de significância das variáveis incluídas nas análises de variância para avaliação dos diferentes comportamentos, fazenda 2, município de Cruzília, Minas Gerais

Variável	Ordem de parto (OP)	Escore de locomoção (EL)	OPxEL
EPC	<u>0,0000</u>	0,7024	0,4597
EPR	<u>0,0056</u>	<u>0,0373</u>	0,9975
EPO	<u>0,0000</u>	0,2530	0,1474
DR	0,0651	0,0806	0,1281
DO	0,4332	0,3051	0,2463
EM PÉ	<u>0,0000</u>	0,2617	0,3637
DEITADA	0,4378	0,5087	0,7996
RUMINANDO	0,1953	0,8680	<u>0,0363</u>
ÓCIO	<u>0,0004</u>	0,6480	<u>0,0264</u>