

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DOIS VIZINHOS  
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

FABIANA RANKRAPE

**COMPORTAMENTO E TERMORREGULAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS  
EM SISTEMA DE CONFINAMENTO *COMPOST BARN***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2016

FABIANA RANKRAPE

**COMPORTAMENTO E TERMORREGULAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM  
SISTEMA DE CONFINAMENTO *COMPOST BARN***

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado ao Curso de Bacharelado em  
Zootecnia da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos,  
como requisito parcial à obtenção do título  
de ZOOTECNISTA.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Márcio  
Corrêa Vieira

Co-orientadora: Zoot. Jaqueline Agnes  
Pilatti

DOIS VIZINHOS

2016

R211c Rankrape, Fabiana  
Comportamento e termorregulação de vacas leiteiras em sistema de confinamento *compost barn* / Fabiana Rankrape – Dois Vizinhos: [s.n], 2016.  
58f.:il.

Orientador: Frederico Márcio Corrêa Vieira  
Coorientadora: Jaqueline Agnes Pilatti  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Zootecnia. Dois Vizinhos, 2016.  
Bibliografia p.52-58

1. Bovino de leite 2. Bioclimatologia 3. Animais – Comportamento I.Vieira, Frederico Márcio Corrêa, orient. II. Pilatti, Jaqueline Agnes, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. IV.Título  
CDD: 636.2

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Dois Vizinhos  
Gerência de Ensino e Pesquisa  
**Curso de Zootecnia**



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**TCC**

**COMPORTAMENTO E TERMORREGULAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM**  
**SISTEMA DE CONFINAMENTO *COMPOST BARN***

Autora: Fabiana Rankrape

Orientador: Prof. Dr. Frederico Márcio Corrêa Vieira

Co-orientadora: Zoot. Jaqueline Agnes Pilatti

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA em 24 de junho de 2016

---

**Prof. Dr. Magnos Fernando Ziech**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Emilyn Midori Maeda**

---

**Prof. Dr. Frederico Márcio Corrêa Vieira**  
**(Orientador)**

A **Deus**, pela vida.  
Aos meus pais **Orides** (*in memoriam*) e **Sirlei Rankrape**  
pelo carinho e apoio.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pelo dom da vida, pelas oportunidades e proteção diária.

Aos meus pais Orides (*in memoriam*) e Sirlei Rankrape pelo incentivo e apoio nesta caminhada.

Aos meus irmãos Orlei, Odilonei, Orlando, Olmir e irmãs Juliana, Cristiana e Flávia, pelo carinho, amizade, apoio e companheirismo em todos os momentos.

Aos meus sobrinhos Alessandra, Pedro Otávio, Murilo e Antoni por alegrarem meus dias.

Ao meu namorado Ivan Carlos Zorzzi, pelo companheirismo, compreensão, por sempre estar ao meu lado me apoiando em todos os momentos.

Ao meu avô Narciso Rankrape (*in memoriam*) pelo apoio e contribuição.

Ao corpo docente da UTFPR-DV, pelos conhecimentos e orientações ao longo do curso que foram fundamentais para minha formação humana e profissional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Frederico M. C. Vieira, pelas oportunidades, ensinamentos, dedicação e paciência em repassar seus conhecimentos.

A minha Co-orientadora Zootecnista Jaqueline A. Pilatti pela amizade e apoio na realização deste trabalho.

A Profa. MSc. Katia Atoji pela amizade, orientação e por compartilhar comigo o amor pelos cavalos.

A Profa. MSc. Jucelaine Haas pela amizade e orientação.

Aos proprietários da Granja Bin Nerci, Leonilde, Caio e Cauana pela oportunidade de estágio e realização deste trabalho.

Aos colegas e amigos pelo apoio e companheirismo durante esta jornada.

Ao Rodrigo da Cruz e a Lucélia Fatima dos Santos pela amizade e ajuda no início deste trabalho.

Ao Grupo de estudos em Biometeorologia - GEBIOMET, pelos conhecimentos repassados.

Ao Prof. Dr. Magnos Fernando Ziech e a profa. Dra. Emilyn Midori Maeda, pelas contribuições no TCC.

Ao Professor Dr. Edgar De Souza Vismara pelo auxílio na análise estatística.

A todos que de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens,  
mas em ter novos olhos”.

**Marcel Proust**

## RESUMO

RANKRAPE, Fabiana. Comportamento e termorregulação de vacas leiteiras em sistema de confinamento *compost barn*. 2016. 58 f. TCC (Curso de Bacharelado em Zootecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

A observação das variáveis termorregulatórias e comportamentais são indicadores para inferir sobre o nível de bem-estar dos animais. Desta forma, pesquisas que buscam avaliar e minimizar os efeitos do clima sobre a produção animal têm se intensificado, sobretudo em sistemas de confinamento para vacas leiteiras. Entretanto, para o sistema de confinamento *compost barn*, informações relacionadas ao conforto térmico e ao comportamento ainda são escassas, especialmente em regiões de clima subtropical. Neste sentido, objetivou-se no presente trabalho avaliar a termorregulação e o comportamento de vacas leiteiras em diferentes ordens de lactação e horários do dia, mantidas em sistema de confinamento *compost barn*. O estudo foi desenvolvido em uma propriedade leiteira no município de Dois Vizinhos, entre setembro de 2015 e fevereiro de 2016. Os tratamentos utilizados foram duas ordens de lactação (primíparas e multíparas) e as horas do dia (08 às 17 horas). Foram formados dois grupos de seis vacas primíparas e seis multíparas, distribuídas ao acaso. A avaliação do comportamento diurno foi realizada por método focal, com duração de 10 minutos e intervalo de 30 minutos entre as observações. Para obtenção dos dados de termorregulação foram aferidas a temperatura superficial dos animais e frequência respiratória. As variáveis climáticas avaliadas foram temperatura superficial e interna da cama, temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar e velocidade do vento, as quais foram aferidas de 3 em 3 horas. Para as variáveis térmicas do ambiente foi realizada estatística descritiva. As variáveis termorregulatórias foram analisadas via teste de Tukey a 5% de significância. Os dados de comportamento foram analisados por meio de inferência Bayesiana via *software* estatístico R. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar encontrados estavam acima da faixa de conforto à partir das 12 horas. A temperatura superficial acompanhou o aumento da temperatura ambiente e a temperatura interna da cama permaneceu abaixo dos valores recomendados. A frequência respiratória e a temperatura média superficial foram maiores para as multíparas em relação as primíparas, com valores máximos encontrados a partir das 12 horas. As atividades de ingestão de alimento, ruminação deitado e ócio deitado foram observadas com maior probabilidade pela manhã. No período da tarde houve maior ocorrência de ruminação e ócio em pé e ingestão de água. As multíparas a partir das 13 horas apresentaram mais interações sociais, em relação as primíparas. Conclui-se que as condições ambientais do *compost barn* a partir das 12 horas estavam acima da faixa de conforto e essas influenciaram no comportamento das vacas. Assim, houve aumento da atividade de ofego com o passar das horas e a atividade de empurrar foi diferente entre multíparas e primíparas, nas primeiras horas e com o passar das horas.

**Palavras-chave:** Ambiência. Biometeorologia. Bovinocultura de leite. Conforto térmico.



## ABSTRACT

RANKRAPE, Fabiana. Behavior and thermoregulation of dairy cows in confinement system compost barn. 58 f. TCC (Curso de Bacharelado em Zootecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

The observation of thermoregulatory and behavioral variables are indicators to infer the level of welfare of animals. Thus, studies that seek to evaluate and minimize the effects of climate on animal production have intensified, especially in confinement systems for dairy cows. However, for the containment system compost barn, information related to thermal comfort and behavior are still scarce, especially in subtropical climates. In this sense, the aim of the present study was to evaluate the thermoregulation and the behavior of dairy cows in different lactation orders and times of the day, kept in compost barn confinement system. The study was conducted on a dairy farm in the municipality of Two Neighbors, between September 2015 and February 2016. The treatments were two lactation orders (primiparous and multiparous) and hours of the day (08 to 17 hours). Two groups were formed six primiparous cows and multiparous six, distributed at random. The evaluation of diurnal behavior was performed by focal method, duration of 10 minutes and 30 minute interval between observations. To obtain the thermoregulation data were measured surface temperature of the animals and respiratory frequency. Climate variables were superficial and internal temperature of the bed, dry bulb temperature, relative humidity and wind speed, which were measured 3 in 3 hours. For the ambient thermal variables descriptive statistics were performed. Thermoregulatory variables were analyzed in the Tukey test at 5% significance. The behavior data were analyzed using statistical software via Bayesian inference R. The temperatures and relative humidity were found above the comfort range of from 12 hours. The surface temperature accompanied the increase in the ambient temperature and the internal temperature of the bed remained below the values recommended. The respiratory rate and the average surface temperature were higher for multiparous over primiparous, with maximum values found from the 12 hours. The food intake activities, lying ruminating and lying idle were observed most likely in the morning. In the afternoon there was a higher occurrence of rumination and idle standing and water intake. Multiparous starting the 13 hours had more social interactions, relative to primiparous. It is concluded that the environmental conditions of the compost barn from the 12 hours were above the comfort range and these influenced the behavior of cows. Thus, there was increased activity gap over the hours and the activity of pushing was different between multiparous and primiparous, in the early hours and the hours passed.

**Keywords:** Ambience. Biometeorology. Dairy cattle. Thermal comfort.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação esquemática simplificada do processo de termorregulação animal.....	15
Figura 2 - Galpão de confinamento compost barn. ....	24
Figura 3 - Animais utilizados no experimento, identificados com TNT colorido.....	26
Figura 4 - Proporção de acontecimentos da atividade de alimentação das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	37
Figura 5 - Proporção de acontecimentos da atividade de ruminação em pé das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	39
Figura 6 - Proporção de acontecimentos da atividade de ruminação deitado das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	39
Figura 7 - Proporção de acontecimentos da atividade de ócio em pé das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	41
Figura 8 - Proporção de acontecimentos da atividade de ócio deitado das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	42
Figura 9 - Proporção de acontecimentos da atividade de ingestão de água das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	43
Figura 10 - Proporção de acontecimentos da atividade de ofegar das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	45
Figura 11 - Proporção de acontecimentos da atividade de empurrar das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	46
Figura 12 - Proporção de acontecimentos da atividade de lamber outro animal das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	48

Figura 13 - Proporção de acontecimentos da atividade de brincar com a cama das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis térmicas do ambiente: temperatura do bulbo seco (TBS), umidade relativa (UR) e velocidade do vento (VV) no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016 em três horários distintos no decorrer dos dias.....	31
Tabela 2 - Estatísticas descritivas das variáveis térmicas da cama: temperatura interna (T INT) e temperatura superficial (T SUP) no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016 em três horários distintos no decorrer dos dias .....	33
Tabela 3 - Temperatura média superficial (TMS) e frequência respiratória (FR) no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016 em três horários distintos e duas ordens de lactação (primíparas e multíparas) .....	34
Tabela 4 - Estimativas a posteriori dos parâmetros da atividade de ingestão de alimento das vacas primíparas e multíparas no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	36
Tabela 5 - Estimativas a posteriori dos parâmetros da atividade de ruminação em pé das vacas primíparas e multíparas no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas .....	38
Tabela 6 - Estimativas a <i>posteriori</i> dos parâmetros da atividade de ruminação deitado das vacas primíparas e multíparas no sistema <i>compost barn</i> de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas .....	38
Tabela 7 - Estimativas a posteriori dos parâmetros da atividade de ócio em pé das vacas primíparas e multíparas no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas .....	40
Tabela 8 - Estimativas a posteriori dos parâmetros da atividade de ócio deitado das vacas primíparas e multíparas no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas .....	40
Tabela 9 - Estimativas a posteriori dos parâmetros da atividade de ingestão de água das vacas primíparas e multíparas no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas .....	43
Tabela 10 - Estimativas a posteriori dos parâmetros da atividade ofegar das vacas primíparas e multíparas no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas .....	44

Tabela 11 - Estimativas a posteriori dos parâmetros da atividade de empurrar das vacas primíparas e multíparas no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas .....	46
Tabela 12 - Estimativas a posteriori dos parâmetros da atividade de lambar outro animal das vacas primíparas e multíparas no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	47
Tabela 13 - Estimativas a posteriori dos parâmetros da atividade de brincar com a cama das vacas primíparas e multíparas no sistema compost barn de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas.....	48

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1	OBJETIVOS .....	14
1.1.1	Objetivo Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1	TERMORREGULAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO .....	15
2.2	PONTOS CRÍTICOS NA PRODUÇÃO LEITEIRA.....	18
2.3	COMPORTAMENTO DE BOVINOS LEITEIROS .....	19
2.4	SISTEMA DE CONFINAMENTO <i>COMPOST BARN</i> .....	21
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	24
3.2	TRATAMENTOS E ANIMAIS .....	25
3.3	VARIÁVEIS ANALISADAS .....	26
3.3.1	Avaliação das variáveis térmicas do ambiente .....	26
3.3.2	Avaliação da termorregulação animal .....	27
3.3.3	Avaliação do Comportamento Diurno.....	27
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
4.1	VARIÁVEIS TÉRMICAS DO AMBIENTE .....	31
4.2	TERMORREGULAÇÃO ANIMAL .....	33
4.3	VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS .....	36
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	50
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	51
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52

## 1 INTRODUÇÃO

O leite é um dos produtos mais importantes da produção agropecuária e desempenha um relevante papel no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população. O Brasil é o quarto produtor mundial de leite com uma produção de 35 bilhões de litros (BRASIL, 2016), o Paraná é o terceiro maior produtor de leite com 4 bilhões de litros (SEAB, 2014), e a região Sudoeste caracteriza-se pela produção leiteira em pequenas propriedades. Dessa forma, o desafio é aumentar a produtividade e renda dos produtores que possuem o leite como principal fonte de renda familiar.

Neste contexto, a crescente preocupação com o meio ambiente, o aumento da população mundial e a busca por alimentos advindos de sistemas de produção pautados em boas práticas de bem-estar animal, torna-se necessário o aumento da produção sem ampliação de área. Dessa forma, maior produtividade pode ser alcançada com melhor manejo alimentar, raças com potencial produtivo e principalmente, em ambientes que propiciem conforto térmico aos animais.

O estresse térmico é um dos fatores que afetam negativamente a produção de leite, causando impacto significativo no potencial econômico da propriedade, além de alterações no comportamento dos animais. Neste sentido, a bovinocultura de leite apresenta as maiores dificuldades de adaptação bioclimática, pois grande parte dos animais utilizados são provenientes de clima temperado e precisam se adaptar ao clima tropical e subtropical.

Quando os elementos climáticos apresentam valores fora dos limites fisiológicos, como a elevada radiação solar incidente, a alta temperatura ambiente associada à elevada umidade relativa do ar, os animais deixam de expressar seu máximo potencial produtivo. Dessa forma, torna-se necessário o conhecimento das condições climáticas de cada região para a adaptação das raças, visando fornecer conforto e condições para que os animais apresentem ótimo bem-estar. Neste sentido, tem-se buscado alternativas para atender estes quesitos.

Os sistemas de confinamento *free stall* e o *tie stall*, tem espaço reduzido por animal, pouca área de cama e os animais tem mais problemas de casco, devido ao piso. O sistema de confinamento *compost barn*, surge como uma alternativa para

proporcionar conforto aos animais e possibilitar a produção de leite. Este caracteriza-se por uma área coberta composta de cama de maravalha ou serragem, onde pode-se abrigar as vacas em lactação. Os benefícios deste sistema estão relacionados à qualidade do leite, o conforto e bem-estar dos animais (ENDRES; BARBERG, 2007). Entretanto, para as condições do Brasil, as informações são escassas quanto ao comportamento, ambiência e manejo do sistema.

Dessa forma, o presente trabalho buscou trazer informações científicas para a região do Sudoeste do Paraná, quanto à termorregulação e o comportamento dos animais no sistema de confinamento, além de outros aspectos relacionados à qualidade de vida e bem-estar animal.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o comportamento e a termorregulação de vacas leiteiras em diferentes ordens de lactação e horários do dia, mantidas em sistema de confinamento *compost barn*.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o ambiente térmico do sistema *compost barn* nas diferentes horas do dia.
- Avaliar o conforto térmico e a termorregulação (frequência respiratória e temperatura média superficial) de vacas leiteiras mantidas no sistema *compost barn*.
- Estudar o comportamento diurno de vacas leiteiras em diferentes ordens de lactação.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 TERMORREGULAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO

Os elementos do clima agem sobre o organismo, mediante o fluxo de energia térmica que ele absorve ou emite. Variações ocorridas na temperatura ambiente provocam ativação de mecanismos termorregulatórios, que interferem no metabolismo energético, no consumo de alimentos e no desempenho produtivo dos animais (BATISTA et al., 2015). Dessa forma, os animais homeotérmicos, como os bovinos, regulam o meio interno através de respostas adaptativas ao ambiente externo. Em condições normais, o animal realiza trocas térmicas com o ambiente, por meio de condução, convecção, radiação e evaporação (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Por outro lado, quando os animais são submetidos a condições climáticas adversas, estes acionam o sistema termorregulador na tentativa de manter a temperatura corporal e com isso há gasto de energia (TOSETTO et al., 2014). O não funcionamento dos mecanismos termorregulatórios pode levar o animal à morte, devido ao meio externo se igualar ao interno (BAÊTA; SOUZA, 2010). Assim, a termorregulação pode ser definida como o conjunto de medidas que os seres vivos utilizam para a manutenção e adaptação da regulação da temperatura corporal (SOUZA; BATISTA, 2012) (Figura 1). Segundo os mesmos autores para os animais homeotérmicos manterem a temperatura corporal dentro dos limites fisiológicos, deve haver um equilíbrio entre a termogênese (produção de calor) e a termólise (perda de calor).

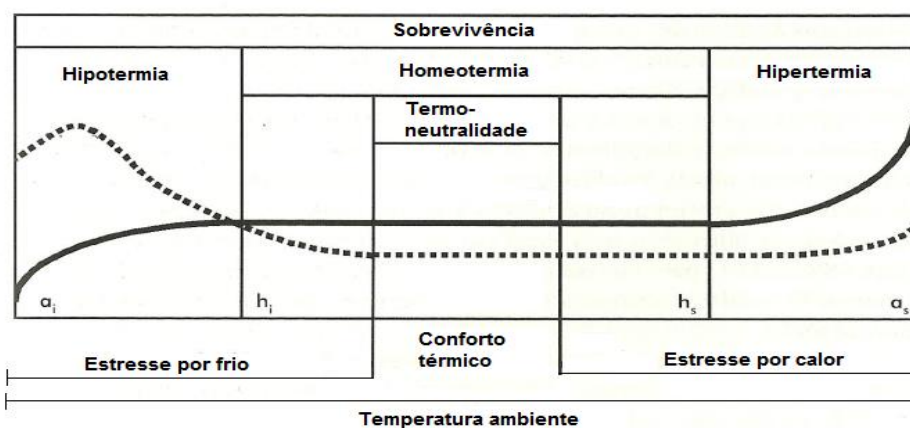


Figura 1 - Representação esquemática simplificada do processo de termorregulação animal  
Fonte: Adaptado de Silva (2000).

O conforto térmico é dependente da umidade relativa do ar, da temperatura, da adaptação do animal ao meio e do nível metabólico, que está ligado a nutrição e a produção (NASCIMENTO et al., 2013). Segundo Müller (1989) a temperatura crítica mínima e máxima, situa-se entre -5 e 27 °C para Holandês e entre -5 e 30 °C para Jersey. Dessa forma, quando o esforço do sistema termorregulador é mínimo, o animal pode expressar seu máximo potencial produtivo.

O principal problema em sistemas de produção de leite, relacionado ao conforto térmico é o estresse por calor (TRESOLDI, 2012), que pode resultar em diminuição do bem-estar animal e conseqüentemente, perdas de ordem produtiva e reprodutiva (RICCI; ORSI; DOMINGUES, 2013). O estresse térmico é o desequilíbrio do organismo animal, decorrente da resposta às condições ambientais adversas como valores elevados de temperatura, umidade relativa e radiação solar. Tais condições aliadas à alta produção de calor metabólico, reduzem a capacidade do animal de dissipar calor corporal para o meio (PIRES, 2006). Quando submetidos a temperaturas mais amenas os animais dissipam calor sensível para o ambiente através da pele, por radiação, condução e convecção. Uma vez que, se o animal não consegue dissipar o calor excedente através de tais mecanismos, ocorre um aumento da temperatura retal acima dos valores fisiológicos normais, gerando assim o estresse calórico (SOUZA; BATISTA, 2012).

As condições meteorológicas de cada região interferem no metabolismo do animal, uma vez que, o frio ou calor em excesso podem gerar estresse térmico, pois, o organismo precisa dispor de mecanismos fisiológicos para manter a homeostase (AVILA et al., 2013). Quando o animal entra em estresse térmico, algumas respostas fisiológicas são desencadeadas, como vasodilatação periférica, aumento da sudorese, aumento da frequência respiratória e diminuição do metabolismo energético (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Na busca de melhorar o desempenho dos animais, a temperatura do ar, umidade relativa, vento e radiação solar são elementos climáticos que devem ser considerados na análise de ambiência. Dessa maneira, deve-se tentar minimizar seus efeitos, através da disponibilização de ambiente adequado, pois, no Brasil prevalecem altas temperaturas, associada à elevada umidade relativa (SOUZA et al., 2004). Dessa forma, deve-se considerar a umidade relativa e não apenas a temperatura, visto que, o animal depende de processos evaporativos para sua termorregulação. Um ambiente quente e seco provoca irritação cutânea e desidratação, por outro lado,

um ambiente quente e úmido aumenta o estresse por calor (SILVA, 2000). Sendo assim, o uso de sombra, ventilação, nebulização, são necessários para diminuir o efeito do estresse térmico (BORBUREMA et al., 2013).

Quando os animais são submetidos a um ambiente estressante, várias funções internas são alteradas como redução do crescimento, menor resistência a doenças, além da variação da frequência respiratória e da temperatura retal (BAÊTA; SOUZA, 2010). A avaliação do estresse térmico pode ser feita através da mensuração da temperatura interna e superficial do animal, frequência respiratória e cardíaca (AVILA et al., 2013). Sendo que, a frequência respiratória normal de bovinos é de 23 movimentos respiratórios por minuto, quando não apresentam nível de estresse, no entanto, até 65 movimentos por minuto o estresse está sob controle (PIRES, 2006). Para Silanikove (2000) a frequência respiratória dos bovinos é classificada da seguinte forma, de 40-60; 60-80; 80-120; e acima de 150 mov. min<sup>-1</sup>, o estresse é considerado, baixo, médio, alto e severo, respectivamente. A frequência cardíaca normal dos bovinos de leite varia de 48 a 84 batimentos por minuto (DUKES, 2006). Valores acima do normal pode resultar em desequilíbrios metabólicos e conseqüentemente, perdas produtivas.

O aumento da temperatura, diminui a eficiência da perda de calor sensível, devido ao menor grau de variação entre a mesma, entre o ambiente e a pele do animal. Dessa forma, se a temperatura continuar subindo o animal passa a depender da evaporação através da respiração e/ou sudorese (SOUZA et al., 2010). Segundo os mesmos autores em curto período a elevada frequência respiratória é uma forma de perder calor, no entanto, quando persistir por várias horas pode interferir na ingestão de alimentos, ruminação, adicionar calor endógeno, e assim desviar energia que poderia ser utilizada em processos metabólicos e produtivos. O pelame dos animais tem grande importância nas trocas térmicas entre o organismo e o ambiente, assim como de proteção da epiderme e contra a radiação solar incidente (MARTELLO, 2006).

## 2.2 PONTOS CRÍTICOS NA PRODUÇÃO LEITEIRA

A produção de leite proporciona renda contínua e com isso permite a manutenção das famílias no meio rural. No Paraná, a atividade leiteira caracteriza-se pela predominância de pequenas propriedades, com menos de 50 ha, sendo que na região Sudoeste a área média é inferior a 20 ha (IPARDES, 2008). A produção nacional de leite é de aproximadamente 35 bilhões de litros, sendo o Paraná o terceiro maior estado produtor de leite com 4 bilhões de litros (SEAB, 2014), atrás apenas do Rio Grande do Sul e Minas Gerais (IBGE, 2015).

A região Sudoeste do Paraná foi a bacia leiteira que mais cresceu em rebanho e produção nos últimos anos, tornando-se a maior produtora em volume do estado. No entanto, a baixa eficiência na produção persiste em grande parte do rebanho, evidenciada pela produção média de 9 litros vaca dia<sup>-1</sup> (SEAB, 2014). Fato este que pode estar relacionado à produção de leite no Brasil ser basicamente a pasto, ou seja, cerca de 90% dos sistemas de produção são extensivos. Dessa forma, o baixo desempenho produtivo é justificado por problemas nutricionais, de manejo da pastagem, correção do solo, assim como a sanidade dos animais, o baixo mérito genético, o manejo reprodutivo e conforto térmico. Segundo Müller (1989) vacas submetidas a altas temperaturas apresentam redução da taxa de fertilidade, mortalidade embrionária, ovulação silenciosa e anestro prolongado.

Um dos fatores limitantes na produção de leite é o clima, pois as altas temperaturas, radiação solar excessiva e elevada umidade relativa, contribuem para a diminuição do consumo de alimento em 22%, quando os animais estão submetidos ao estresse (PASSINI et al., 2009). Além disso, animais melhorados geneticamente apresentam maior produção, todavia, ficam mais susceptíveis ao estresse, uma vez que, apresentam metabolismo elevado e conseqüentemente, maior produção de calor endógeno (FERREIRA, 2005). O ambiente engloba as variáveis físicas, químicas, biológicas, sociais e climáticas que interagem com o animal, influenciando no seu comportamento e estabelece a relação animal-ambiente (BAËTA; SOUZA, 2010).

Os bovinos apresentam dificuldade em manter a homeostase em ambientes com altas temperaturas e elevada umidade relativa (MÜLLER, 1989). O estresse térmico pode reduzir a produção de leite em até 30%, comprometer o desempenho produtivo e reprodutivo do rebanho (PIRES, 2006). Uma vez que, quando o animal

está sob estresse sofre um processo de catabolismo (degradação das reservas) e a produção de leite é o resultado do anabolismo (transformação de energia). Assim, o comportamento é uma ferramenta de fácil mensuração, que pode ser utilizada para evitar perdas econômicas na produção.

Na busca por melhores índices produtivos, o bem-estar dos animais foi deixado de lado, no entanto, a partir do momento que a população passou a conhecer os sistemas de produção, passaram a exigir a criação destes de maneira humanitária. Assim, os produtos oriundos de sistemas pautados em boas práticas de bem-estar, apresentam valor agregado (BOND et al., 2012). A falta de bem-estar aos animais, está relacionada à presença de mastite, claudicação e condições que levem a problemas reprodutivos e incapacidade de expressar o comportamento natural (BROOM; FRASER, 2010).

## 2.3 COMPORTAMENTO DE BOVINOS LEITEIROS

O comportamento é um aspecto do fenótipo do animal que envolve a presença ou não de atividades definidas, que conduzem as ações diárias de sobrevivência e as interações sociais. Sendo que, é determinado não apenas por fatores ambientais, mas também genéticos, visto como um processo dinâmico e sensível as variações e estímulos do meio (BANKS, 1982).

Os bovinos apresentam comportamentos, que estão relacionados às variáveis físicas (estereotípias, agressividade), emocionais (sofrimento) e fisiológicas (aumento da frequência cardíaca e respiratória) (BROOM; MOLENTO, 2004). Os bovinos são animais gregários, ou seja, vivem em grupos e o isolamento destes do rebanho causa estresse (COSTA; SILVA, 2007). Os mesmos autores descreveram que os bovinos apresentam uma organização social de maneira que definem o uso do espaço, a hierarquia de dominância e a liderança.

Permitir a manifestação do comportamento natural é uma forma de satisfazer as necessidades dos animais e assim, proporcionar estados afetivos positivos, trazendo benefícios a longo prazo para os animais (SPINKA, 2006). Os comportamentos mais importantes para a saúde, bem-estar e produtividade das vacas

são a alimentação, ruminação e o repouso. Para esses são necessários cerca de 12 a 14 horas de repouso e de 3 a 5 horas para a alimentação, constituindo cerca de 60 a 80% das atividades no período de 24 horas (KRAWCZEL; GRANT, 2009). Avaliar o comportamento dos bovinos permite avaliar possíveis alterações que indicam a necessidade de melhorar o manejo, proporcionar conforto, resultando assim, no aumento da produção e melhoria na questão reprodutiva.

Conhecer a relação ambiente-animal possibilita adequar o manejo de acordo com o sistema de produção (MARTELLO, 2006). O estresse nada mais é que o somatório dos mecanismos de defesa do organismo em resposta a estímulos, provocado por agente estressor, interno ou externo. As respostas do animal podem ser comportamentais, fisiológicas ou imunológicas (AZEVEDO; ALVES, 2009). Neste contexto, a avaliação do comportamento é uma excelente ferramenta de auxílio na análise do conforto térmico dos animais de produção (VILELA, 2008). Além disso, pode ser usada para mensurar o bem-estar, uma vez que, alterações no comportamento fornecem informações quanto ao estado de conforto do animal e conseqüentemente, sobre seu bem-estar (BROOM; MOLENTO, 2004).

Quando o animal é submetido à condições de criação onde ocorrem alterações no ambiente, na fisiologia, nas condições físicas e psicológicas, presença de doenças e lesões o comportamento é afetado, assim como o estado de bem-estar (PINHEIRO; BRITO, 2009). Quando o bem-estar é pobre, podem ocorrer quedas na produção, reprodução e no crescimento, assim como maior incidência de doenças e queda na qualidade do produto final (HÖTZEL; MACHADO FILHO, 2004).

Os animais apresentam interações sociais positivas como lambar, estas reduzem o estresse entre os animais e estabilizam as relações dominantes e subordinadas. Entretanto, as interações agonísticas entre os animais são compostas por empurrões, ameaças, cabeçadas, perseguições, que podem ocorrer devido à competição por água, alimento ou espaço de descanso (ENDRES; BARBERG, 2007). Quando submetidos a altas temperaturas, os animais passam a ruminar mais tempo em pé, devido estarem sofrendo estresse calórico (DAMASCENO; JÚNIOR; TARGA, 1999).

Dessa forma, é importante conhecer o comportamento natural dos animais, para identificar possível falta de bem-estar, pois, as instalações, o clima, o alimento fornecido e o manejo adotado podem interferir no comportamento dos bovinos leiteiros

(CECCHIN, 2012). Visto que, em muitos aspectos do manejo dos animais, melhorar o nível de bem-estar, resulta em melhoria da produção (BROOM; FRASER, 2010).

#### 2.4 SISTEMA DE CONFINAMENTO *COMPOST BARN*

A intensificação dos sistemas de produção, com a utilização de estabulação permanente podem causar problemas locomotores. No sistema *free stall*, os animais ficam em estabulação livre, em galpão coberto contendo cama de areia, onde é observado maior prevalência de dermatite digital, sola plana e erosão axial. Outro problema do *free stall* é a falta de espaço para o descanso, que pode resultar em alterações no comportamento dos animais (FERREIRA, 2005). Contudo, no sistema *tie stall*, onde os animais ficam contidos em baias por correntes no pescoço, ocorrem maior incidência de hemorragia da sola, doença da linha branca e erosão de talões (NICOLETTI et al., 2001).

Um dos objetivos da estabulação/confinamento é minimizar os efeitos do ambiente sobre as vacas em lactação, visto que, as condições tropicais são desfavoráveis, principalmente pela intensa radiação solar. A busca de um sistema de confinamento alternativo é interessante, visando proporcionar bem-estar as vacas em lactação, aumentar a produção, melhorar as condições de saúde e minimizar efeitos do estresse térmico, pela disponibilidade de um ambiente adequado (CARVALHO et al., 2015).

Neste contexto, o sistema de confinamento alternativo, *compost barn* tem ganhado espaço. Este caracteriza-se por um barracão, onde pode-se abrigar as vacas em lactação e produzir composto orgânico para uso em outras atividades na agropecuária. O galpão consiste em uma área coberta com cama para descanso, separada de uma pista de alimentação por uma parede de concreto com 1,20 m de altura (BARBERG et al., 2007). Os mesmos autores descrevem que o principal material utilizado para cama é a serragem, sendo que, esta deve ser revolvida duas vezes ao dia, durante a ordenha, usando um escarificador a uma profundidade de 18 a 24 cm, visando secar a superfície da cama e incorporar os dejetos.

A temperatura interna da cama deve permanecer entre 54 e 65 °C (SILANO; SANTOS, 2013) e a umidade de 40 a 60% (BEWLWY et al., 2012). É extremamente importante o revolvimento da cama duas vezes ao dia, para manter o ambiente aeróbico e assim, melhorar a atividade biológica das bactérias benéficas, gerar calor e conseqüentemente, retirar a umidade (ENDRES, 2009). O mesmo autor recomenda que o espaço a ser fornecido as vacas Holandesas é de 7,4 m<sup>2</sup> e para Jersey 6,1 m<sup>2</sup>, entretanto, disponibilizar mais espaço por animal, reduz a frequência de reposição da cama. A reposição do material utilizado na cama pode ser feita a cada 2 a 5 semanas, dependendo das condições meteorológicas e densidade animal utilizada. O espaço por vaca precisa ser aumentado em 0,91 m<sup>2</sup> acima de 22,7 kg leite dia<sup>-1</sup>, devido ocorrer maior ingestão de alimentos e água, conseqüentemente, maior produção de urina e dejetos (BEWLWY et al., 2012). O material composto pode ser retirado após um ano, ou quando atingir a altura da mureta, e posteriormente, ser utilizado como adubo na lavoura.

A maravalha seca ou a serragem preferencialmente de pinus ou outras madeiras macias são as mais recomendadas para utilizar na cama. Entretanto, a serragem irá funcionar adequadamente, quando o teor de umidade ao ser adicionada à cama for menor que 18%, pois, quando verde é geralmente úmida e pode abrigar bactérias (BEWLWY et al., 2012). Carvalho et al. (2015) trabalhando com diferentes tipos de matérias para cama no *compost barn*, constaram que as vacas permaneceram maior tempo sobre a cama com material composto somente por maravalha, demonstrando que tal material proporciona maior conforto aos animais.

A avaliação do comportamento através das interações sociais indica que, o *compost barn* é um sistema adequado para as vacas leiteiras (ENDRES; BARBERG, 2007). Entre os benefícios da utilização do *compost barn* estão o aumento do conforto e longevidade do rebanho, menor contagem de células somáticas (CCS), a facilidade de manejo diário, o menor custo no investimento inicial e a menor prevalência de claudicação e lesões de pata, em relação aos sistemas *free stall* e *tie stall* (BARBERG et al., 2007). Também é visto como um sistema benéfico aos animais, devido ao bom nível de limpeza e baixa incidência de claudicação (OFNER-SCHRÖCK et al., 2015), aumento da detecção de cio, facilidade de manuseio dos dejetos, aumento da produção, menos odor e moscas (BEWLWY et al., 2012).

Entre os fatores que afetam a CCS estão a idade do animal, o estágio de lactação, estresse, época do ano, nutrição e a presença de mastite (MAGALHÃES et



al., 2006). Dessa forma, a menor presença de contagem de células somáticas neste sistema está relacionada a redução de bactérias causadoras de mastite, por meio do manejo correto da cama e ao bem-estar proporcionado aos animais (BLACK et al., 2013).

O manejo correto do sistema, com a manutenção da área recomendada por animal, umidade em níveis adequados e elevada temperatura interna da cama favorece a sobrevivência das bactérias benéficas à fermentação e redução das bactérias patogênicas (BLACK et al., 2014). A presença de bactérias foi encontrada em diversos locais de avaliação, entretanto, em sistemas com temperatura mais elevada não havia presença de coliformes, todavia, em sistemas com menor teor de umidade estavam presentes coliformes, *E. Coli*, *Bacillus* e *Streptococcus* (DAMASCENO, 2012). Outro importante aspecto positivo do *compost barn* é o investimento inicial menor em relação ao *free stall*, porém, o custo variável fortemente associado ao material utilizado na reposição da cama é maior (BEWLWY et al., 2012; BLACK et al., 2013).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado em uma propriedade particular no município de Dois Vizinhos - PR, localizada a 556 m de altitude (25°43'S, 53°06'W). O clima da região pela classificação de Köppen é o Cfa, subtropical úmido com temperatura nos meses mais frios entre -3 e 18 °C, nos meses mais quentes superior a 22 °C (ALVARES et al., 2013). O período de avaliação dos animais foi de setembro de 2015 a fevereiro de 2016.

A propriedade possui um sistema de confinamento *compost barn*, implantando em abril de 2015, com capacidade para 50 animais, porém, durante o experimento o número de animais foi de 30. O galpão foi construído com orientação norte-sul, com uma área de repouso composta de cama de maravalha (572 m<sup>2</sup>), pista de alimentação com bebedouros e comedouros (140 m<sup>2</sup>) e sala de ordenha canalizada tipo espinha de peixe 4 x 8. Possui pé direito de cinco metros e lanternim, que consiste em uma abertura na parte superior do telhado, que facilita a ventilação, pois, permite a renovação contínua do ar (Figura 2).



Figura 2 - Galpão de confinamento *compost barn*.  
Fonte: A autora (2015).

O sistema de ventilação é composto por ventiladores distribuídos na área de cama (5) e pista de alimentação (2), a uma distância de 3 m da cama, programados para ligar quando a temperatura ambiente se encontra acima de 21°C. Porém, quando a cama se encontrava com umidade elevada, os ventiladores ficavam ligados durante todo o dia, para facilitar o manejo. A cama tinha 30 cm de profundidade e era revolvida duas vezes ao dia, durante a ordenha ou quando os animais estavam na pista de alimentação. O revolvimento foi realizado utilizando um escarificador a 20 cm de profundidade, para incorporar os dejetos e secar a superfície.

Os animais eram ordenhados duas vezes ao dia, as 6:30 e às 17:00 horas e no horário de verão às 6:30 e às 18:30 horas. A dieta foi balanceada de acordo com a produção de leite dos animais, onde estes eram divididos em dois lotes de maior e menor produção. A dieta para o lote de maior produção (média de 33 kg leite dia<sup>-1</sup>) era composta de 12 kg de matéria seca de silagem de milho, 3 kg de farelo de soja, 7 kg de ração (18% proteína bruta), 250 g de sal mineral e 150 g de bicarbonato. Para o lote de menor produção (média de 25 kg leite dia<sup>-1</sup>) a dieta era composta de 12 kg matéria seca de silagem de milho, 1 kg de farelo de soja, 3 kg de ração (18% proteína bruta) e 250 g de sal mineral. Sendo que, os animais tinham acesso livre a água e alimentação, que ficava separada da cama por uma mureta.

O presente trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA-UTFPR), protocolo n° 2015/014, em reunião no dia 13/08/2015.

### 3.2 TRATAMENTOS E ANIMAIS

Os tratamentos utilizados foram duas ordens de lactação (primíparas e multíparas) e diferentes horas do dia (08 às 17 horas). Foram formados dois grupos de seis vacas primíparas e seis multíparas, distribuídas ao acaso. As primíparas eram animais mestiços Holandês e Jersey, com média de 2,7 anos, peso médio de 420 kg e produção média de 32 kg leite dia<sup>-1</sup>. As multíparas eram animais mestiços Holandês e Jersey, com média de 4 lactações, peso médio de 475 kg e produção média de 34 kg leite dia<sup>-1</sup>. No final do experimento, os animais de ambos os tratamentos estavam

na fase final de lactação, a produção média das primíparas foi de 29 kg leite dia<sup>-1</sup> e das múltiparas 26 kg leite dia<sup>-1</sup>.



Figura 3 - Animais utilizados no experimento, identificados com TNT colorido.  
Fonte: A autora (2015).

### 3.3 VARIÁVEIS ANALISADAS

#### 3.3.1 Avaliação das variáveis térmicas do ambiente

Foram analisadas as seguintes variáveis térmicas do ambiente, aferidas em 8 pontos distribuídos no galpão, as 9, 12 e às 15 horas e posteriormente, calculou-se a média destes pontos, para cada horário. Nas medições de umidade relativa do ar (%) e temperatura de bulbo seco (°C) foi utilizado um termo anemômetro digital da marca Hikari. Para a medição de velocidade do vento (m/s) utilizou-se um anemômetro digital de hélice com medição instantânea da marca Instrutemp. Nas referidas medições, os equipamentos descritos foram posicionados a 1,5 m da superfície.

Foi utilizado um termômetro digital infravermelho com mira laser da marca Incoterm, na avaliação da temperatura superficial da cama. Para a avaliação da temperatura interna da cama utilizou-se um termômetro digital tipo espeto da marca Incoterm, a 20 cm de profundidade. A temperatura superficial e interna da cama foram medidas em cinco locais distribuídos aleatoriamente no galpão e posteriormente,

calculou-se a média. O intervalo entre as medições, foi de 3 em 3 horas, totalizando três medidas diárias (9, 12 e às 15 horas).

### 3.3.2 Avaliação da termorregulação animal

Quanto à termorregulação animal, as variáveis analisadas foram: temperatura superficial dos animais (°C) e frequência respiratória (mov.  $\text{min}^{-1}$ ). Para aferir a temperatura superficial dos animais utilizou-se um termômetro digital de infravermelho com mira laser, a 1 m de distância do animal. Foram mensuradas em cinco pontos do corpo sendo: frente, tábua do pescoço, costelas, flanco e coxa, posteriormente, calculou-se a média dos cinco pontos.

A frequência respiratória foi aferida utilizando contagem do movimento do flanco dos animais durante 15 segundos e posteriormente multiplicado por 4 para se obter a frequência por minuto. O intervalo entre as medições citadas, foi de 3 em 3 horas, totalizando três medidas diárias (9, 12 e às 15 horas).

### 3.3.3 Avaliação do Comportamento Diurno

O comportamento diurno foi registrado entre as 8 e 17 horas, em dois dias consecutivos de avaliação e duas vezes por mês, totalizando 24 dias. As observações comportamentais foram realizadas utilizando o método focal descrito por Del-Claro (2004). A duração das observações foi de 10 minutos, com intervalo de 30 minutos entre as mesmas. As avaliações foram realizadas por dois observadores, a mais ou menos 10 m de distância, para não interferir nas atividades que o animal estava realizando, registrando o comportamento no momento da observação.

Os dados foram anotados em planilhas de campo e os comportamentos foram avaliados utilizando um etograma adaptado do método proposto por Endres e Barberg (2007), conforme descrito a seguir:

- **Ócio em pé:** animal em pé, sem realizar qualquer atividade;

- **Ócio deitado:** animal deitado, sem realizar qualquer atividade;
- **Ruminando em pé:** animal em pé, regurgitando ou remastigando os alimentos;
- **Ruminando deitado:** animal deitado, regurgitando ou remastigando os alimentos;
- **Comendo:** animal ingerindo alimento na sala de alimentação;
- **Ingerindo água:** animal ingerindo água nos bebedouros;
- **Ofegar:** o animal apresenta boca aberta e salivação intensa na tentativa de perder calor corporal.
- **Empurrar:** quando uma vaca empurra com o corpo outra, fazendo-a se mover;
- **Lamber:** lamber outro animal.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis térmicas do ambiente (temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar e velocidade do vento) foram estudadas utilizando análise descritiva, composta de média, mínima, mediana, máxima e erro-padrão.

Para o estudo das variáveis termorregulatórias, dividiu-se em dois fatores, A: horas do dia e B: ordens de lactação. Em cada data (24 dias) as medições foram conduzidas em A: três horários distintos (9, 12 e às 15 horas), definindo-se assim a parcela principal (pp); B: ordens de lactação (primíparas e múltíparas) como subparcelas (sp). As variáveis termorregulatórias foram medidas e analisadas segundo o modelo descrito abaixo:

$$\gamma_{ijklm} = \mu + \rho_l + \alpha_i + (\rho\alpha)_{li} \quad \text{parcela principal (pp)}$$

$$+ \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\beta\rho)_{ijl} \quad \text{sub-parcela (sp)}$$

Com:

$$i = 1, 2, \dots, d$$

$$j = 1, 2, \dots, a$$

$$k = 1, 2, \dots, b$$

$$l = 1, 2, \dots, c$$

$$\mu = \text{a média geral}$$

$\rho_l$  = efeito aleatório da  $l$ -ésima data de medição;  
 $\alpha_i$  = efeito fixo da  $i$ -ésima hora de medição;  
 $\beta_j$  = efeito fixo da  $j$ -ésima ordem de lactação;  
 $(\alpha\beta)_{ij}$ ;  $(\alpha\gamma)_{ik}$  e  $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$  = interação dos efeitos fixos descritos acima; e  
 $(\rho\alpha)_{li}$ ;  $(\alpha\beta\rho)_{ijl}$  e  $(\alpha\beta\gamma\rho)_{ijklm}$  são os efeitos aleatórios independentes de cada um dos três níveis de parcela com  $(\rho\alpha)_{li} \sim N(0, \sigma^2_{pp})$ ,  $(\alpha\beta\rho)_{ijl} \sim N(0, \sigma^2_{sp})$  e  $(\alpha\beta\gamma\rho)_{ijklm} \sim N(0, \sigma^2_{spp})$ .

Os modelos foram ajustados para cada uma das variáveis, usando o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016). Após isso, para análise confirmatória das variáveis relacionadas a termorregulação, foi utilizada a análise de variância (ANOVA). As médias foram submetidas ao teste de Tukey para comparação múltipla, ao nível de significância de 5%.

A análise dos dados comportamentais foi realizada utilizando Inferência bayesiana, por se tratar de dados de contagem considera-se que a variável de interesse ( $Y$ ) segue uma distribuição de Poisson com parâmetro  $\theta$ . A probabilidade ( $\theta_i$ ) de cada animal demonstrar determinado comportamento pode variar de acordo com a ordem de lactação e hora do dia. No entanto, como o interesse é modelar a probabilidade de certo comportamento nas diferentes horas do dia, o efeito de dia foi considerado tendo comportamento aleatório. Sendo assim, o modelo de efeito misto considerado para cada comportamento em cada tratamento será:

$$E(Y_{ki}) = \theta_i$$

$$\text{logit}(E(Y_{ki})) = \alpha + \beta x_i + u_k + \varepsilon_{ki}$$

Onde  $Y_{ki}$  é a observação de um comportamento no  $i$ -ésimo animal no  $k$ -ésimo dia;  $x_i$  se refere à hora do dia onde o comportamento  $Y$  foi observado no animal  $i$ ;  $\alpha$  e  $\beta$  são os efeitos fixos de animal,  $u_k$  é o efeito aleatório da  $k$ -ésimo estação de medição e  $\varepsilon_{ki}$  é o erro aleatório, relacionado a cada observação.

*A priori* considerou-se que a parte fixa do modelo ( $\alpha$  e  $\beta$ ) segue distribuição normal com média = 0 e desvio padrão = 0,001. Os efeitos aleatórios também foram considerados como tendo distribuição normal, mas com média = 0 e desvio padrão =  $\tau$ . O parâmetro  $\tau$ , por sua vez, foi considerado *a priori* como tendo distribuição gama, tal que  $\tau \sim Ga(0,001; 0,001)$ .

Desta forma a modelagem seguiu um modelo Poisson com *priori* conjugada gama. O ajuste do modelo e obtenção das distribuições marginais *a posteriori* para os

parâmetros foi realizada por meio da aplicação do algoritmo de Gibbs que implementa um processo de reamostragem do tipo MCMC (*Monte Carlo Markov Chain*).

A obtenção das distribuições marginais foi feita separadamente para cada um dos tratamentos. As diferenças entre as distribuições dos parâmetros de cada tratamento foram calculadas sendo posteriormente aplicado um teste  $t$  sobre a nulidade dessas diferenças. O processamento de dados, a análise estatística e a elaboração dos gráficos foram realizados utilizando o software estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 VARIÁVEIS TÉRMICAS DO AMBIENTE

Para as variáveis térmicas do ambiente, foram registrados valores médios de temperatura de bulbo seco (TBS), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (VV), em três horários distintos. A temperatura média de bulbo seco foi crescente e a umidade relativa média foi decrescente, no entanto, a velocidade média do vento manteve-se constante ao longo do dia (Tabela 1).

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis térmicas do ambiente: temperatura do bulbo seco (TBS), umidade relativa (UR) e velocidade do vento (VV) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016 em três horários distintos no decorrer dos dias

Critérios	09:00 horas			12:00 horas			15:00 horas		
	TBS (°C)	UR (%)	VV (m/s)	TBS (°C)	UR (%)	VV (m/s)	TBS (°C)	UR (%)	VV (m/s)
Média	23,3	69,1	1,1	26,0	64,3	1,2	26,5	60,1	1,2
Mínima	12,1	50,6	0,0	14,1	37,7	0,0	14,8	30,3	0,0
Mediana	23,5	69,1	1,0	27,0	60,8	1,0	27,3	56,8	1,1
Máxima	29,9	89,9	4,4	33,2	89,7	3,9	35,9	90,8	6,4
Erro-padrão	0,282	0,739	0,053	0,337	1,075	0,055	0,364	1,309	0,060

Observa-se que a temperatura média de bulbo seco foi crescente nos horários estudados, 9, 12 e às 15 horas, com valores médios de 23,3, 26 e 26,5 °C, respectivamente. Por outro lado, a umidade relativa do ar apresentou valores decrescentes nos mesmos horários, com valores médios de 69,1, 64,3, 60,1%. Em relação ao erro-padrão da média da umidade relativa, obteve-se valores altos devido à grande variação dos dados, em decorrência de dias com precipitação.

A temperatura ambiente considerada limite para produção de leite está em torno de 25 °C e a umidade relativa do ar deve permanecer abaixo de 50% (PIRES, 2006). Segundo o mesmo autor quando ocorre aumento da temperatura para 26 °C, com a mesma umidade ocorre redução do consumo de alimento, da produção de leite e comprometimento da fertilidade do rebanho. Quando a temperatura está entre 27 e 32 °C e a umidade superior a 50%, os animais estão em estresse térmico moderado

(FIDLER; VANDEVENDER, 2016). Segundo Müller (1989) a termoneutralidade para bovinos situa-se em uma faixa de temperatura em 27 °C e a umidade relativa varia de 60 a 70%. Dessa forma, os valores encontrados no período da manhã estavam dentro dos limites fisiológicos. Contudo, a partir das 12 horas a temperatura e umidade relativa estavam acima da faixa de conforto térmico para os animais, pois observou-se sobras de alimento nos comedouros e diminuição da produção de leite.

Além de mudanças fisiológicas e comportamentais, o estresse desencadeia alterações nas concentrações plasmáticas de cortisol e hormônios tireoideanos, sendo que os hormônios esteroides e tireoideanos regulam os processos de desenvolvimento, crescimento, reprodução e adaptação ao meio (ARCARO, 2005). O estresse leva a um desequilíbrio hormonal, devido a excessiva ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e pela alteração na produção de outros hormônios, além disso suprime a função imune (DUKES, 2006).

De acordo com Souza et al. (2010) o aumento da temperatura ambiente provoca diminuição na perda de calor pelo animal. O conforto térmico dos bovinos é dependente da combinação de variáveis térmicas e não destas isoladas (ROCHA et al., 2012). Segundo os mesmos autores mudanças mínimas nos valores de temperatura e umidade relativa do ar promovem alterações fisiológicas nos animais, dificultando a perda de calor para o meio.

Resultados similares foram encontrados por Faria et al. (2008), trabalhando com vacas holandesas em *free stall*, onde obtiveram valores de temperatura e umidade relativa acima da faixa de conforto às 12 e 15 horas no mês de janeiro. Os mesmos autores sugerem fazer o uso de aspersão de água combinada com ventiladores, para aliviar o estresse por altas temperaturas. O mesmo foi observado por Damasceno; Júnior; Targa (1999) que trabalhando com vacas em *free stall*, encontraram valores de umidade relativa e temperatura, acima da faixa de conforto.

Para a temperatura interna da cama, foram obtidos valores médios nos horários estudados, 09, 12 e 15 horas de 36, 36,7 e 36,4 °C, respectivamente. Para a temperatura superficial da cama nos horários estudados, os valores médios obtidos foram de 21,8, 22,8 e 22,9 °C, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Estatísticas descritivas das variáveis térmicas da cama: temperatura interna (T INT) e temperatura superficial (T SUP) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016 em três horários distintos no decorrer dos dias

Critérios	09:00 horas		12:00 horas		15:00 horas	
	T INT (°C)	T SUP (°C)	T INT (°C)	T SUP (°C)	T INT (°C)	T SUP (°C)
Média	36,0	21,8	36,7	22,8	36,4	22,9
Mínima	23,0	8,2	25,4	11,4	21,5	11,8
Mediana	36,1	21,8	36,4	23,2	36,0	22,9
Máxima	50,5	34,2	55,3	33,4	50,5	31,0
Erro-padrão	0,493	0,426	0,495	0,359	0,461	0,371

Neste estudo a temperatura interna da cama permaneceu abaixo dos valores recomendados entre 54 e 65 °C (SILANO; SANTOS, 2013). A baixa temperatura interna da cama encontrada está relacionada ao excesso ou falta de umidade da mesma. Uma das possíveis causas é baixa incorporação de dejetos devido à baixa lotação animal durante a condução do experimento. Leso et al. (2013) observaram que a temperatura da cama à 20 cm de profundidade no verão (29,6 °C) e no inverno (11,7 °C) não atingiu os valores recomendados para que ocorresse o processo de compostagem.

A temperatura superficial da cama acompanhou o aumento da temperatura ambiente, atingindo valores máximos entre às 12 e 15 horas. Cecchin et al. (2014) também observaram que a elevação da temperatura ambiente influenciou o aumento da temperatura superficial da cama de areia e borracha.

#### 4.2 TERMORREGULAÇÃO ANIMAL

Para as variáveis termorregulatórias não houve interação entre os três horários e as duas ordens de lactação ( $P > 0,05$ ). Contudo, houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre estes fatores, para as variáveis de temperatura média superficial (TMS) e frequência respiratória (FR) (Tabela 3).

Tabela 3 - Temperatura média superficial (TMS) e frequência respiratória (FR) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016 em três horários distintos e duas ordens de lactação (primíparas e multíparas)

Tratamentos		Variáveis			
		TMS (°C)	Erro-padrão	FR (mov. min <sup>-1</sup> .)	Erro-padrão
Horas	09:00	29,2 b	22033,48	42 c	0,003442437
	12:00	31,3 a	22033,48	60 b	0,003441787
	15:00	31,1 a	22033,48	66 a	0,003441787
Ordem de lactação	Multíparas	30,8 a	19600,21	58 a	0,003255767
	Primíparas	30,3 b	19577,44	54 b	0,003243657

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada tratamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A TMS encontrada às 09 horas (29,2 °C) foi inferior aos valores encontrados às 12 horas (31,3 °C) e às 15 horas (31,1 °C). A temperatura superficial depende das condições fisiológicas e ambientais, que podem contribuir para a manutenção da temperatura corporal, mediante trocas térmicas com o ambiente (FERREIRA et al., 2006). O aumento na TMS está relacionado ao aumento das variáveis térmicas do ambiente, essas estavam acima da faixa de conforto térmico a partir das 12 horas, o que pode ter dificultado a troca de calor com o ambiente.

Para as ordens de lactação a TMS foi superior para as multíparas (30,8 °C) em relação as primíparas (30,3 °C). Essa condição pode estar relacionada a dominância das multíparas sobre as primíparas, como pode ser observado nas variáveis comportamentais, onde se tem maior probabilidade da atividade empurrar para multíparas, pois, se envolvem em conflitos sociais, lutas de espaço ou domínio social, apresentando maior produção de calor (FERREIRA, 2005). Porcionato et al. (2009) encontraram maior produção de leite para multíparas (27,5 L dia<sup>-1</sup>) em comparação as primíparas (18,3 L dia<sup>-1</sup>). Dessa forma, vacas com maior produção são mais sensíveis ao estresse térmico em relação as de menor produção (NASCIMENTO et al., 2013). As vacas multíparas utilizadas no presente estudo apresentaram média de produção maior em relação as primíparas.

Por outro lado, Martello et al. (2004) relatou que nos horários mais quentes a temperatura da pele das multíparas (32,8 °C) foi menor que das primíparas (33,4 °C), devido à dominância das multíparas com relação à disputa por espaço no local climatizado. Conforme observado por Tresoldi (2012) as vacas dominantes eram predominantemente multíparas. Além disso, a troca de calor do animal para o meio depende da taxa metabólica e da temperatura ambiente, onde uma vaca holandesa

submetida a temperatura de 18 e 30 °C, apresentou as seguintes temperaturas de pele 33,3 e 37,9 °C respectivamente (MÜLLER, 1989).

A FR obtida foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ) nos três horários avaliados, o maior valor encontrado foi às 15 horas (66 mov.  $\text{min}^{-1}$ ) e o menor valor obtido foi às 09 horas (42 mov.  $\text{min}^{-1}$ ). Observa-se o aumento crescente da FR com o passar das horas, acompanhado das mudanças das variáveis térmicas do ambiente, as vacas tiveram dificuldade de perder calor para o meio. Para Silanikove (2000), a frequência respiratória dos bovinos entre 40-60 e 60-80, indica um nível de estresse baixo e médio, respectivamente.

Resultados semelhantes foram encontrados em *free stall* por Cecchin (2012), observando que os valores de frequência respiratória foram maiores às 15 horas. Ferreira et al. (2006), encontraram valores de frequência respiratória dentro dos limites fisiológicos pela manhã, e na parte da tarde ultrapassaram a faixa de conforto, com valores em média de 134,02 mov.  $\text{min}^{-1}$ . O mesmo foi observado por Perissinotto et al. (2006), em *free stall* que a frequência respiratória apresentou elevação durante o decorrer do dia, com valor máximo às 15 horas. Neste estudo, os valores obtidos no tratamento com nebulização e aspersão foram de 61 e 51 mov.  $\text{min}^{-1}$ , respectivamente.

Em relação às ordens de lactação, as multíparas apresentaram maior FR (58 mov.  $\text{min}^{-1}$ ), em relação as primíparas (54 mov.  $\text{min}^{-1}$ ). De acordo com Dukes (2006) a frequência respiratória é afetada pelo tamanho corpóreo, idade, exercício, temperatura ambiente, grau de enchimento do trato digestivo e estado de saúde. Dessa forma, as multíparas apresentaram maior FR devido a maior interação social e conseqüentemente maior produção de calor, idade superior dos animais e tamanho corpóreo em relação as primíparas.

Em contraponto a isso Martello et al. (2004) observaram que as primíparas (68 e 62,4 mov.  $\text{min}^{-1}$ ) apresentaram maior frequência respiratória em relação as multíparas (58 e 55,6 mov.  $\text{min}^{-1}$ ) nas horas mais quentes do dia, às 13 e 17 horas, respectivamente. Segundo o mesmo autor com o aumento da temperatura ambiente os animais aumentam a FR, para auxiliar na termorregulação. Contudo, Porcionato et al. (2009) não encontram diferença na frequência respiratória de vacas multíparas e primíparas em sala de ordenha.

### 4.3 VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS

Para a atividade de ingestão de alimento não houve diferença entre os tratamentos (multíparas e primíparas) nas primeiras horas do dia, como pode ser observado por meio do parâmetro delta alfa, pois este possui valor nulo (zero) em seu intervalo de credibilidade (-0,465, 0,506). O mesmo ocorreu com o passar das horas, os tratamentos não diferiram, devido o valor nulo (zero) estar contido no intervalo do parâmetro delta beta (Tabela 4). Sendo assim, não houve diferença entre os tratamentos, sob ponto de vista bayesiano ao longo do dia, porém houve diferença ( $P < 0,05$ ) dentro dos tratamentos nas primeiras horas (alfa) e com o passar das horas (beta).

Tabela 4 - Estimativas *a posteriori* dos parâmetros da atividade de ingestão de alimento das vacas primíparas e multíparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	0,994	0,195	0,612	1,382	*
$\alpha$ (trat. 2)	0,982	0,171	0,646	1,319	*
$\beta$ (trat. 1)	-0,428	0,059	-0,539	-0,313	*
$\beta$ (trat. 2)	-0,406	0,054	-0,516	-0,304	*
Deviance	4455,7	12,222	4434,0	4480,0	
$\Delta$ (alfa)	0,013	0,256	-0,465	0,506	NS
$\Delta$ (beta)	-0,218	0,079	-0,178	0,134	NS

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas multíparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

Observa-se que o horário com maior probabilidade de ingestão de alimento para primíparas e multíparas foi após a ordenha da manhã (8 horas), com menor frequência deste comportamento com o passar das horas (Figura 4).

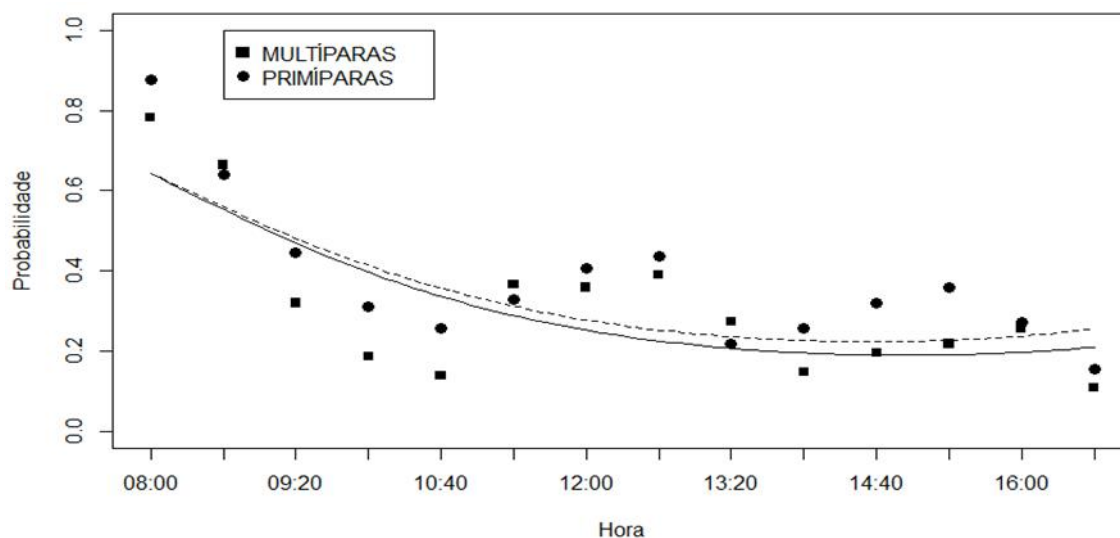


Figura 4 - Proporção de acontecimentos da atividade de alimentação das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

As condições térmicas do ambiente influenciaram o padrão comportamental das vacas primíparas e múltíparas, diminuíram o acesso ao cochos de alimentação e o consumo de alimento com o aumento da temperatura. Além disso, a maior ingestão de alimento no início da manhã pode ser atribuída a baixa presença de alimento no trato gastrointestinal e ao alimento recém fornecido liberar aroma, influenciando o consumo (DUKES, 2006). Os resultados corroboram com Souza; Nããs; Moura (2011) que indicam redução no consumo de alimento com o aumento da temperatura ambiente. Conforme observado por Cecchin (2012) a ingestão de alimento foi maior pela manhã e à tarde, em decorrência da distribuição do alimento aos animais.

A maior frequência de ingestão de alimento observada para as vacas primíparas e múltíparas ocorreu entre às 6-12 horas e esse comportamento se repetiu para as primíparas entre às 12-18 horas (PORTUGAL; PIRES; DURÃES, 2000). Damasceno; Júnior; Targa (1999) observaram picos de ingestão de alimento antes e depois da ordenha, sendo que a partir das 12 horas a procura por alimento foi menor, devido aos animais estarem em estresse térmico.

Os bovinos confinados tendem a procurar por alimento no início da manhã e final da tarde (RICCI; ORSI; DOMINGUES, 2013). Segundo Ferreira (2005) quando os animais estão em estresse calórico, reduzem o tempo de ingestão de alimentos e de ruminação. Passini et al. (2009) observaram redução de 22% no consumo de

matéria seca, em vacas holandesas submetidas ao estresse térmico em câmara bioclimática.

Para a atividade de ruminção em pé e deitado, considerando os dados de delta alfa e delta beta, nota-se que ambos apresentaram valor nulo (zero), presente nos intervalos de credibilidade. Sendo assim, não houve diferença entre os tratamentos, sob ponto de vista bayesiano nas primeiras horas (delta alfa) e com o passar das horas (delta beta). Contudo, houve diferença ( $P < 0,05$ ) dentro dos tratamentos (múltiparas e primíparas) nas primeiras horas (alfa) e com o passar das horas (beta), para a atividade de ruminção em pé e deitado (Tabela 5 e 6).

Tabela 5 - Estimativas a *posteriori* dos parâmetros da atividade de ruminção em pé das vacas primíparas e múltiparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	-2,800	0,281	-3,366	-2,243	*
$\alpha$ (trat. 2)	-2,534	0,248	-3,039	-2,065	*
$\beta$ (trat. 1)	0,243	0,075	0,099	0,401	*
$\beta$ (trat. 2)	0,270	0,065	0,149	0,405	*
Deviance	3649,2	11,166	3630,0	3673,0	
$\Delta$ (alfa)	-0,267	0,375	-1,000	0,489	NS
$\Delta$ (beta)	-0,027	0,099	-0,225	0,168	NS

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas múltiparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

Tabela 6 - Estimativas a *posteriori* dos parâmetros da atividade de ruminção deitado das vacas primíparas e múltiparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	-2,192	0,244	-2,677	-1,725	*
$\alpha$ (trat. 2)	-2,362	0,244	-2,829	-1,878	*
$\beta$ (trat. 1)	0,224	0,065	0,093	0,351	*
$\beta$ (trat. 2)	0,241	0,065	0,112	0,368	*
Deviance	3830,9	11,312	3,811	3855,6	
$\Delta$ (alfa)	0,170	0,342	-0,518	0,822	NS
$\Delta$ (beta)	-0,017	0,090	-0,192	0,158	NS

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas múltiparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

Observa-se um aumento da atividade de ruminção em pé e diminuição da ruminção deitado para as múltiparas e primíparas nas horas mais quentes do dia (Figura 5 e 6).



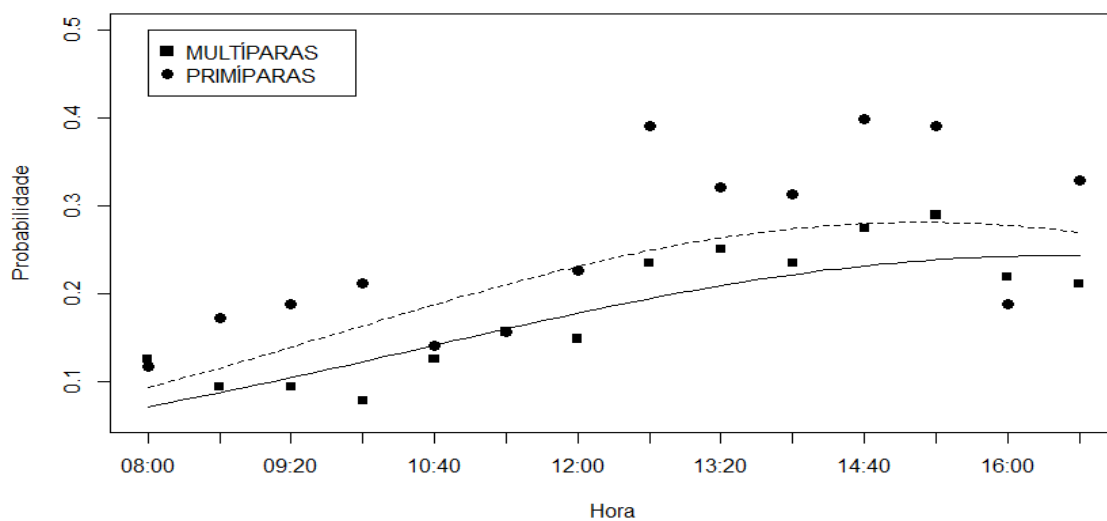


Figura 5 - Proporção de acontecimentos da atividade de ruminação em pé das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

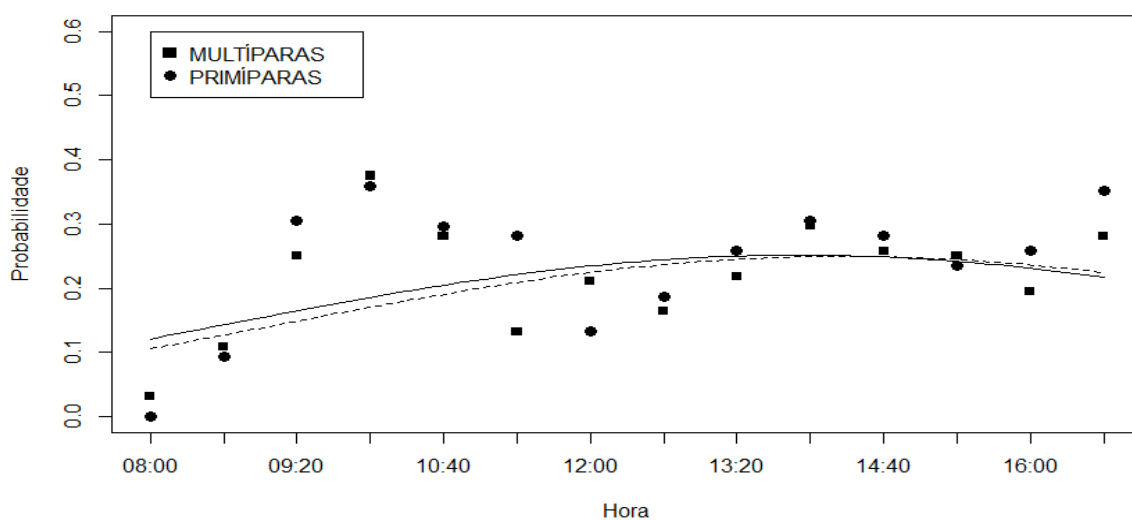


Figura 6 - Proporção de acontecimentos da atividade de ruminação deitado das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

O comportamento de ruminar das vacas primíparas e múltíparas foi influenciado pelo aumento das variáveis térmicas e da temperatura superficial da cama. A ruminação deitado foi diferente nas primeiras horas e com o passar das horas para as múltíparas e primíparas (Figura 6). Houve aumento da ruminação em pé com o passar das horas. Este fato pode ter ocorrido devido ao aumento das variáveis térmicas do ambiente e da temperatura da cama que gerou desconforto, com isso os animais buscaram a ventilação para facilitar a troca de calor.

Quando a temperatura superficial da cama estava alta os bovinos permaneceram em pé sobre a cama e dispenderam mais tempo de ruminação em pé na parte da tarde (CECCHIN, 2012). Conforme observado por Almeida et al. (2013) os bovinos preferem ruminar deitados, porém, em condições desfavoráveis permanecem em pé ou caminhando. A atividade de ruminação foi observada com maior frequência (90%) no período noturno e nas horas mais quentes do dia os animais permaneceram em ócio (VILELA et al., 2013).

Para a atividade de ócio em pé e deitado, considerando os dados de delta alfa e delta beta, nota-se que ambos apresentaram valor nulo (zero), presente nos intervalos de credibilidade (Tabela 7 e 8). Não houve diferença entre os tratamentos, sob ponto de vista bayesiano ao longo do dia. Contudo, houve diferença ( $P < 0,05$ ) no ócio em pé para as multíparas nas primeiras horas (alfa) e com o passar das horas (beta), para as primíparas houve diferença apenas com o passar das horas (beta). No comportamento de ócio deitado houve diferença ( $P < 0,05$ ), para as multíparas e primíparas nas primeiras horas (alfa) e com o passar das horas (beta).

Tabela 7 - Estimativas a *posteriori* dos parâmetros da atividade de ócio em pé das vacas primíparas e multíparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	-0,146	0,188	-0,521	-0,203	*
$\alpha$ (trat. 2)	0,184	0,169	-0,159	0,515	*
$\beta$ (trat. 1)	-0,149	0,054	-0,258	-0,048	*
$\beta$ (trat. 2)	-0,153	0,048	-0,248	-0,056	*
Deviance	5027,4	11,229	5008,0	5052,0	
$\Delta$ (alfa)	-0,330	0,250	-0,799	0,155	NS
$\Delta$ (beta)	0,004	0,073	-0,139	0,139	NS

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas multíparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

Tabela 8 - Estimativas a *posteriori* dos parâmetros da atividade de ócio deitado das vacas primíparas e multíparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	-1,672	0,213	-2,106	-1,278	*
$\alpha$ (trat. 2)	-2,153	0,218	-2,589	-1,714	*
$\beta$ (trat. 1)	0,294	0,058	0,185	0,413	*
$\beta$ (trat. 2)	0,325	0,059	0,213	0,443	*
Deviance	4445,8	10,796	4427,0	4469,0	
$\Delta$ (alfa)	0,481	0,306	-0,126	1,082	NS
$\Delta$ (beta)	-0,031	0,081	-0,191	0,130	NS

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas multíparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

O comportamento de ócio em pé teve aumento a partir das 12 horas, com pico às 17 horas (Figura 7). As variáveis térmicas e termorregulatórias influenciaram o padrão comportamental das vacas, pois estavam acima da faixa de conforto, assim os animais permanecem mais tempo em pé nas horas mais quentes do dia. Segundo Ferreira (2005), quando os bovinos estão em estresse térmico diminuem o tempo de ruminação, visando diminuir o calor corpóreo.

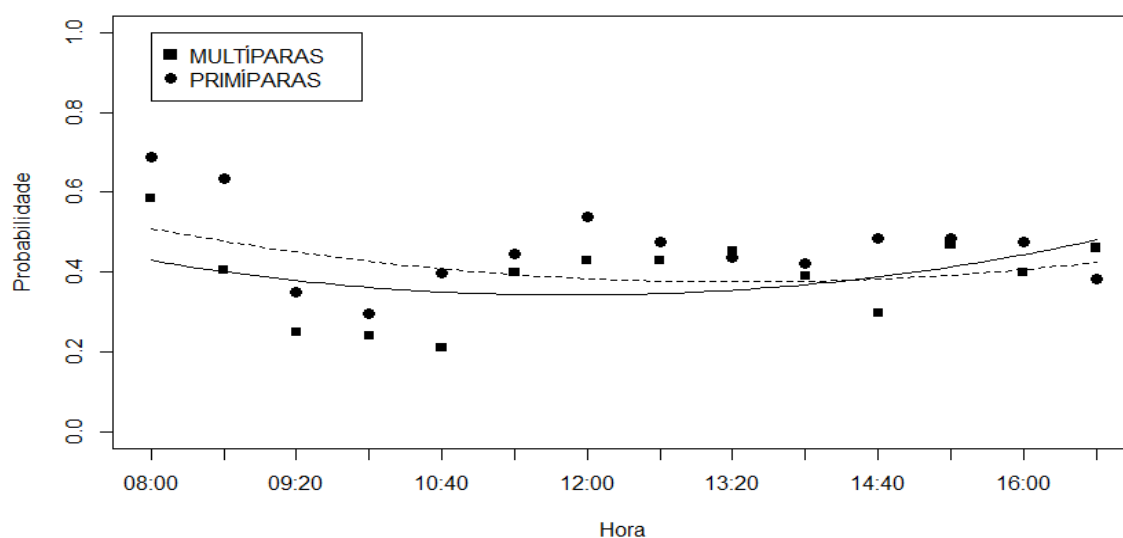


Figura 7 - Proporção de acontecimentos da atividade de ócio em pé das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

O aumento da temperatura e umidade do ar influenciou o comportamento dos animais, estes permaneceram mais tempo em pé (78,3%) e andaram mais, sendo indicativo de agitação e estresse (ENDRES; BARBERG, 2007). Os mesmos autores observaram que as vacas gastaram 12,7 horas dia<sup>-1</sup> na posição deitadas, porém, quando o índice de temperatura e umidade foi de 72, o tempo gasto foi de apenas 7,9 horas dia<sup>-1</sup>, devido os animais estarem em estresse térmico. Os animais apresentaram maior frequência de ócio das 11 às 14 horas (60% a 80%) (DAMASCENO; JÚNIOR; TARGA, 1999).

Ambiente com temperaturas elevadas tem impacto negativo sobre o comportamento. Vilela (2008) observou que os animais sob efeito de ventilação em *free stall* permaneceram mais tempo em pé às 14 e 17 horas. O mesmo autor observou que os animais passaram mais tempo em ócio nos horários do início da

manhã (70%) e nas horas mais quentes do dia (30%). No presente estudo, no início da manhã (8 h) os animais estavam em pé se alimentando e com o passar das horas passaram a ficar em ócio em pé devido a influência das variáveis térmicas.

O comportamento de ócio deitado foi crescente nas primeiras horas do dia com pico às 12 horas (Figura 8) e a partir deste horário os animais passaram a ficar em ócio em pé. As condições térmicas do ambiente e da cama pela manhã possibilitou aos animais permanecerem em ócio deitados, porém, com a elevação destas condições os animais buscaram aumentar a superfície de contato para perder calor.

O comportamento de deitar e levantar dos bovinos é afetado pelo ambiente físico, como dimensões da superfície, em superfícies macias os animais tendem a passar mais tempo deitados (ENDRES; BARBERG, 2007). Segundo os mesmos autores a temperatura e a umidade da cama têm impacto no tempo que os animais permanecem deitados. A temperatura da cama de areia (46,6 °C) e cama de borracha (52 °C) influenciou o comportamento dos animais, sendo que o tempo em ócio deitadas (50 min e 43 s, e 51 min e 31 s) foi maior que o de ruminação deitadas (43 min e 29 s, e 41 min e 21 s), respectivamente (CECCHIN et al., 2014).

Em contraponto a isso Ofner-schröck et al. (2015) observaram que a quantidade de animais em pé em 5 fazendas com *compost barn*, foi diferente entre o período da manhã (55,2%) e à tarde (51,1%), além disso raramente os animais utilizaram a área de repouso para ficar em pé. O comportamento de deitar é muito importante para os animais, onde a privação do descanso pode levar a ocorrência de comportamentos estereotipados (FERREIRA, 2005).

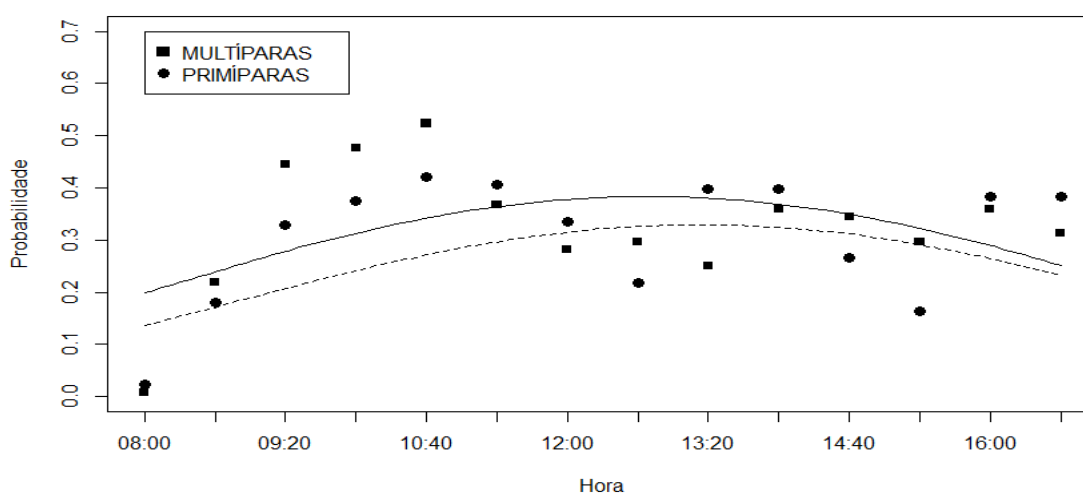


Figura 8 - Proporção de acontecimentos da atividade de ócio deitado das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Para a atividade de ingestão de água, considerando os dados de delta alfa e delta beta, nota-se que ambos apresentaram valor nulo (zero), presente nos intervalos de credibilidade (Tabela 9). Sendo assim, não houve diferença entre os tratamentos, sob ponto de vista bayesiano ao longo do dia. Entretanto, dentro de cada tratamento houve diferença ( $P < 0,05$ ) para as vacas multíparas e primíparas, nas primeiras horas (alfa) e com o passar das horas (beta).

Tabela 9 - Estimativas a *posteriori* dos parâmetros da atividade de ingestão de água das vacas primíparas e multíparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	-3,231	0,359	-3,963	-2,586	*
$\alpha$ (trat. 2)	-3,181	0,331	-3,900	-2,579	*
$\beta$ (trat. 1)	0,279	0,100	0,093	0,501	*
$\beta$ (trat. 2)	0,276	0,095	0,095	0,475	*
Deviance	2245,4	10,487	2225,0	2267,0	
$\Delta$ (alfa)	-0,050	0,479	-0,970	0,885	NS
$\Delta$ (beta)	0,003	0,135	-0,264	0,273	NS

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas multíparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

Nota-se maior consumo de água às 13 horas para ambos os tratamentos (Figura 9). Este fato está relacionado ao aumento das variáveis térmicas do ambiente e das variáveis termorregulatórias, com isso os animais utilizam a água para o resfriamento do corpo e na tentativa de diminuir a FR e TMS.

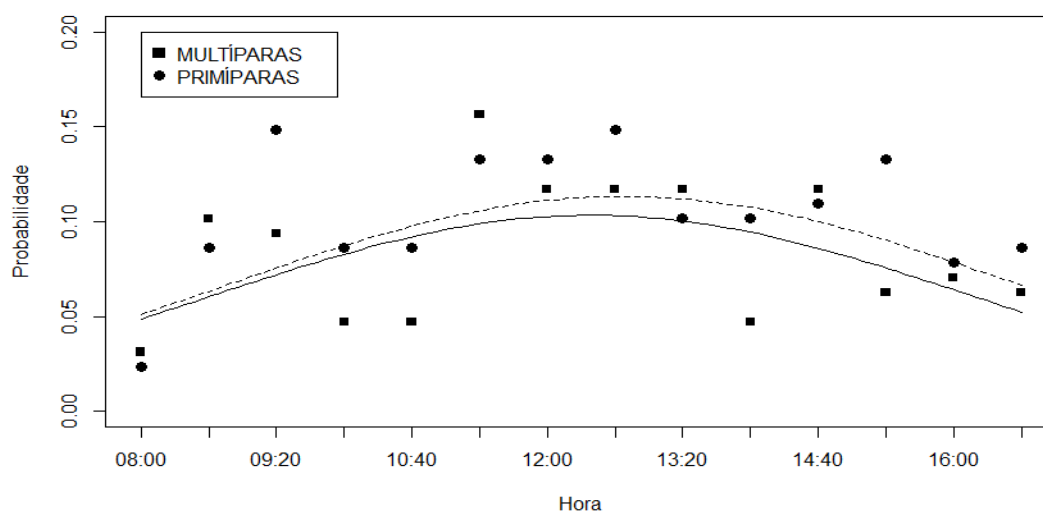


Figura 9 - Proporção de acontecimentos da atividade de ingestão de água das vacas primíparas (linha tracejada) e multíparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Uma das maneiras que os animais encontram para minimizar o efeito das altas temperaturas é a ingestão de água, para repor as perdas pela sudorese e respiração, além de auxiliar no resfriamento corporal (PERISSINOTTO et al., 2005). Com o aumento da temperatura ambiente as vacas apresentaram maior ingestão de água (SOUZA; NÃÃS; MOURA, 2011). Damasceno; Júnior; Targa (1999) observaram que a procura por água ocorreu nas primeiras horas da manhã, final da tarde e nas horas mais quentes do dia.

A frequência de ingestão de água foi semelhante entre múltíparas e primíparas, corroborando com os resultados obtidos por Portugal; Pires; Durães (2000). Esses autores sugerem que a procura por água foi definida pela temperatura, umidade relativa e ingestão de alimento. A procura por água foi maior no período da tarde e após a alimentação, pois em condições de estresse térmico, o consumo de água é destinado para reposição das perdas sudativas e respiratórias para a termorregulação (CECCHIN, 2012).

O comportamento de ofegar nas primeiras horas do dia não diferiu entre os tratamentos, como pode ser observado por meio do parâmetro delta alfa, pois o mesmo possui o valor nulo (zero) em seu intervalo de credibilidade (Tabela 10). Porém, com o passar das horas, os tratamentos diferiram, devido ao valor nulo (zero) não estar contido no intervalo do parâmetro delta beta. Sendo assim, não houve diferença entre os tratamentos nas primeiras horas do dia sob ponto de vista bayesiano, entretanto ao longo do dia os tratamentos diferiram. Dentro de cada tratamento (múltíparas e primíparas) houve diferença ( $P < 0,05$ ) nas primeiras horas (alfa) e com o passar das horas (beta).

Tabela 10 - Estimativas a *posteriori* dos parâmetros da atividade ofegar das vacas primíparas e múltíparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	-7,829	1,227	-10,210	-5,640	*
$\alpha$ (trat. 2)	-14,255	4,260	-24,220	-7,548	*
$\beta$ (trat. 1)	0,798	0,279	0,303	1,381	*
$\beta$ (trat. 2)	2,973	1,229	0,976	5,671	*
Deviance	396,6	7,809	381,80	413,25	
$\Delta$ (alfa)	6,425	4,553	-1,051	16,760	NS
$\Delta$ (beta)	-2,175	1,271	-4,952	-0,068	*

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas múltíparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

Com base na análise da inferência bayesiana, os animais apresentaram maior frequência na atividade de ofegar com o passar das horas, com pico às 13 horas (Figura 10). Situação em que os animais estavam em um ambiente com as variáveis térmicas acima da faixa de conforto, assim uma das maneiras que as vacas utilizam para perder calor é o ofego.

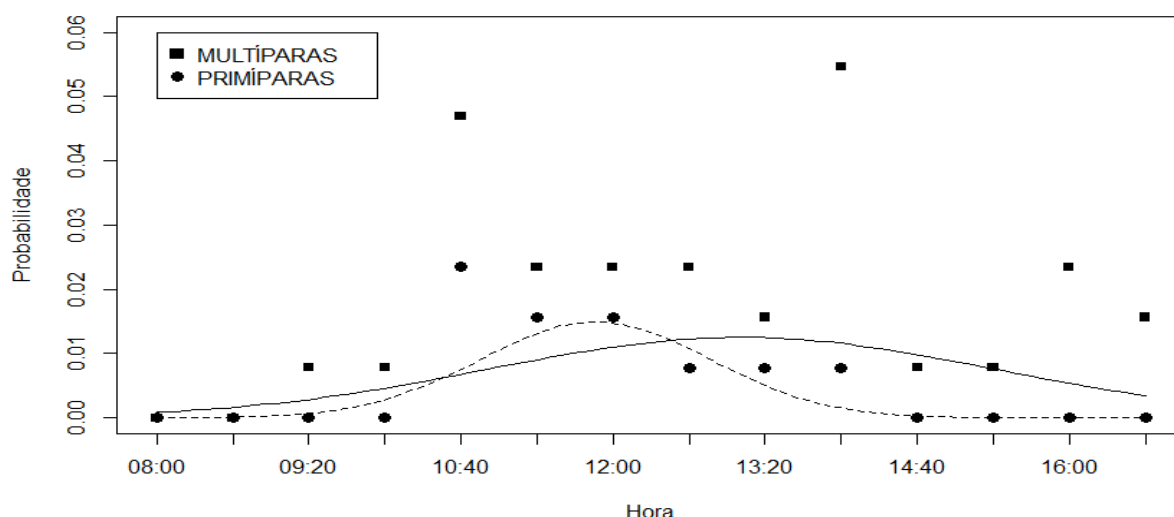


Figura 10 - Proporção de acontecimentos da atividade de ofegar das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

A perda de calor para o ambiente depende da sudação e evaporação do suor, dessa forma a medida que a temperatura corporal aumenta, o mesmo ocorre com a sudorese e o ofego (FERREIRA et al., 2009). O ofego é necessário para manter a homeotermia em condições de estresse calórico (BARBOSA et al., 2004). A perda de calor por ofego torna-se mais importante a medida que a temperatura ambiente chega próxima da temperatura corporal, porém sua eficiência diminuiu com o aumento da umidade relativa (CUNNINGHAM, 2004). Dessa forma, a observação do comportamento permite avaliar alterações em resposta a estímulos estressantes e adoção de práticas de manejo visando o conforto dos animais (FERREIRA, 2005).

Para a atividade de empurrar, considerando os dados de delta alfa e delta beta, nota-se que ambos não apresentaram valor nulo (zero), presente nos intervalos de credibilidade (Tabela 11). Sendo assim, houve diferença entre os tratamentos, sob ponto de vista bayesiano nas primeiras horas e ao longo do dia.

Tabela 11 - Estimativas a *posteriori* dos parâmetros da atividade de empurrar das vacas primíparas e múltiparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	-8,009	1,304	-11,420	-5,801	*
$\alpha$ (trat. 2)	-4,288	0,804	-6,159	-2,895	*
$\beta$ (trat. 1)	0,967	0,305	0,424	1,724	*
$\beta$ (trat. 2)	-0,159	0,254	-0,669	0,410	*
Deviance	557,94	9,756	538,20	574,90	
$\Delta$ (alfa)	-3,722	1,508	-7,143	-0,878	*
$\Delta$ (beta)	1,126	0,387	0,426	1,952	*

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas múltiparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

As múltiparas apresentaram maior probabilidade do comportamento de empurrar em relação às primíparas, com pico dessa atividade às 14 horas (Figura 11). Segundo NRC (2001) as primíparas tem medo das múltiparas e apresentam posição social inferior no rebanho. Os fatores que determinam a hierarquia dos animais são o peso, idade e raça (COSTA; SILVA, 2007).

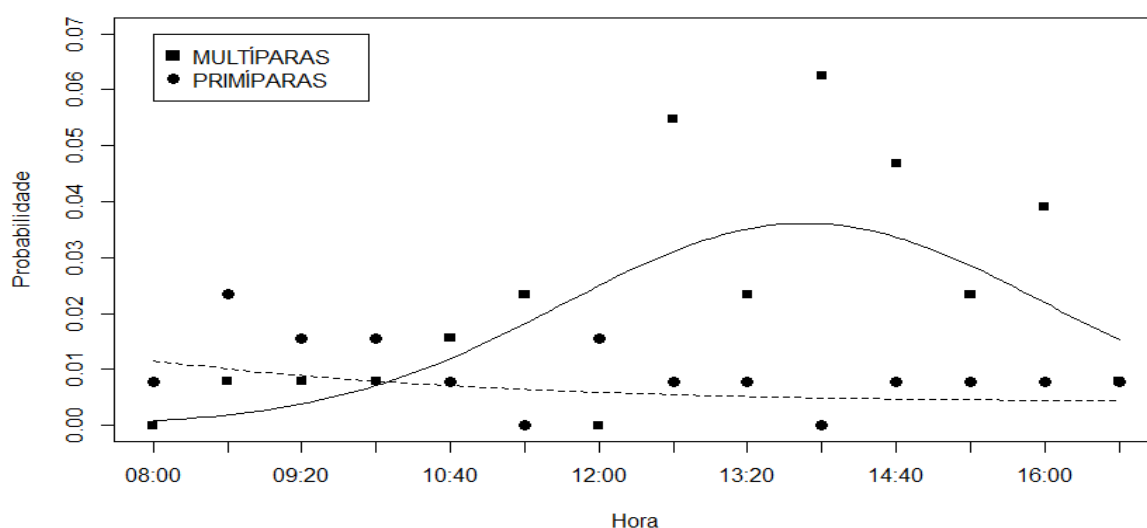


Figura 11 - Proporção de acontecimentos da atividade de empurrar das vacas primíparas (linha tracejada) e múltiparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

As vacas em estudo estavam em situação de estresse térmico, com isso disputaram o local de ventilação e o bebedouro. Além disso, a maioria dos animais mantém uma distância mínima para si e tentam evitar que os outros adentrem seu espaço (BROOM; FRASER, 2010). No sistema *compost barn*, em um total de 96 observações por hora, a ocorrência de interações sociais de afugentamento e



empurrando ocorreu em 0,94 vezes por hora cada um (ENDRES; BARBERG, 2007). Comportamentos agressivos servem como função de defesa do animal, estabelecimento da posição social (BROOM; FRASER, 2010), competição por comida, água, sombra e ventilação (COSTA; SILVA, 2007). O estresse térmico aumentou a ocorrência de comportamento agonístico de disputa por água e área, em vacas em pastejo (TRESOLDI, 2012).

Para a atividade de lambar, considerando os dados de delta alfa e delta beta, nota-se que ambos apresentaram valor nulo (zero), presente nos intervalos de credibilidade (Tabela 12). Sendo assim, não existe diferença entre os tratamentos, sob ponto de vista bayesiano ao longo do dia. Todavia, dentro de cada tratamento houve diferença ( $P < 0,05$ ) do comportamento de lambar nas primeiras horas (alfa).

Tabela 12 - Estimativas a *posteriori* dos parâmetros da atividade de lambar outro animal das vacas primíparas e múltiparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	-3,249	0,488	-4,253	-2,303	*
$\alpha$ (trat. 2)	-4,379	0,779	-5,980	-2,961	*
$\beta$ (trat. 1)	-0,097	0,149	-0,395	0,187	
$\beta$ (trat. 2)	-0,192	0,228	-0,612	0,266	
Deviance	716,87	9,663	696,15	732,2	
$\Delta$ (alfa)	1,131	0,899	-0,567	2,898	NS
$\Delta$ (beta)	0,095	0,267	-0,427	0,616	NS

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas múltiparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

Observa-se que, as múltiparas apresentaram maior interação social de lambar os outros animais, em comparação com as primíparas (Figura 12). Os animais apresentam interações sociais positivas como lambar, estas reduzem o estresse entre os animais e estabilizam as relações dominantes e subordinadas (ENDRES; BARBERG, 2007). Os mesmos autores observaram, a interação social de lambar em 2,3 vezes por hora. Os bovinos formam parceiros de limpeza (BROOM; FRASER, 2010), sendo considerado um comportamento adequado, que reduz o estresse. Tresoldi (2012) trabalhando com novilhas holandesas prenhes, observou que a ocorrência do comportamento de lambar foi 4 vezes maior para animais confinados comparado aqueles em pastejo.

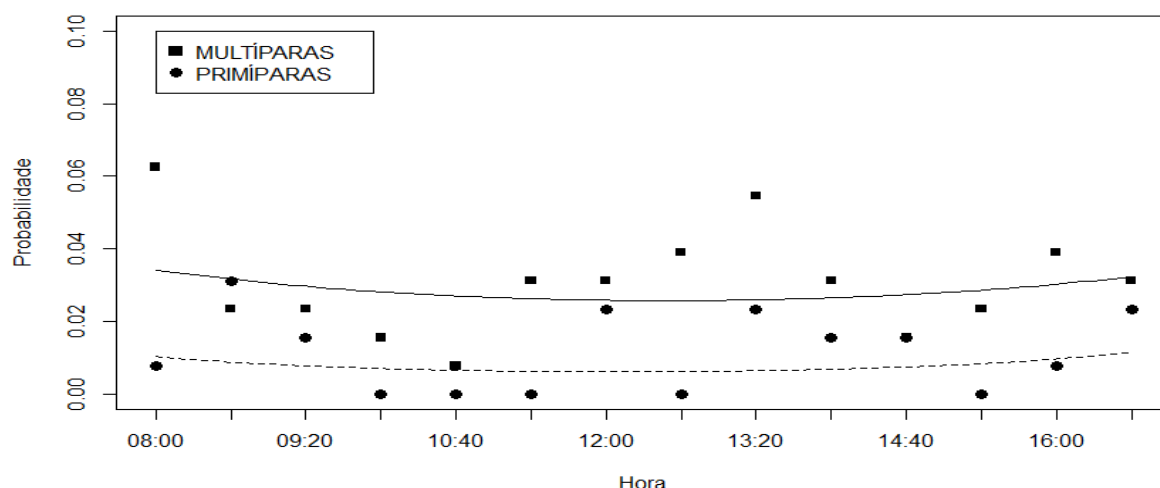


Figura 12 - Proporção de acontecimentos da atividade de lambe outro animal das vacas primíparas (linha tracejada) e multíparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Para a atividade de brincar com a cama, considerando os dados de delta alfa e delta beta, nota-se que ambos apresentaram valor nulo (zero), presente nos intervalos de credibilidade (Tabela 13). Sendo assim, não existe diferença entre os tratamentos, sob ponto de vista bayesiano ao longo do dia. Porém, dentro de cada tratamento houve diferença ( $P < 0,05$ ), nas primeiras horas (alfa) e com o passar das horas (beta) apenas para as multíparas.

Tabela 13 - Estimativas *a posteriori* dos parâmetros da atividade de brincar com a cama das vacas primíparas e multíparas no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Parâmetros	Média	DP	Quartis		Significância
			2,5%	97,5%	
$\alpha$ (trat. 1)	-6,513	0,889	-8,188	-4,805	*
$\alpha$ (trat. 2)	-5,709	0,871	-7,492	-4,175	*
$\beta$ (trat. 1)	0,542	0,196	0,169	0,900	*
$\beta$ (trat. 2)	0,342	0,225	-0,098	0,757	
Deviance	815,15	10,446	794,69	836,51	
$\Delta$ (alfa)	-0,803	1,250	-3,259	1,729	NS
$\Delta$ (beta)	0,200	0,297	-0,366	0,785	NS

DP: desvio-padrão; trat. 1: vacas multíparas; trat. 2: vacas primíparas. \*: estatisticamente diferentes por meio de comparações Bayesianas ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo.

O comportamento de brincar com a cama foi maior para as multíparas em relação as primíparas, com maior probabilidade de acontecimentos às 15 horas (Figura 13).

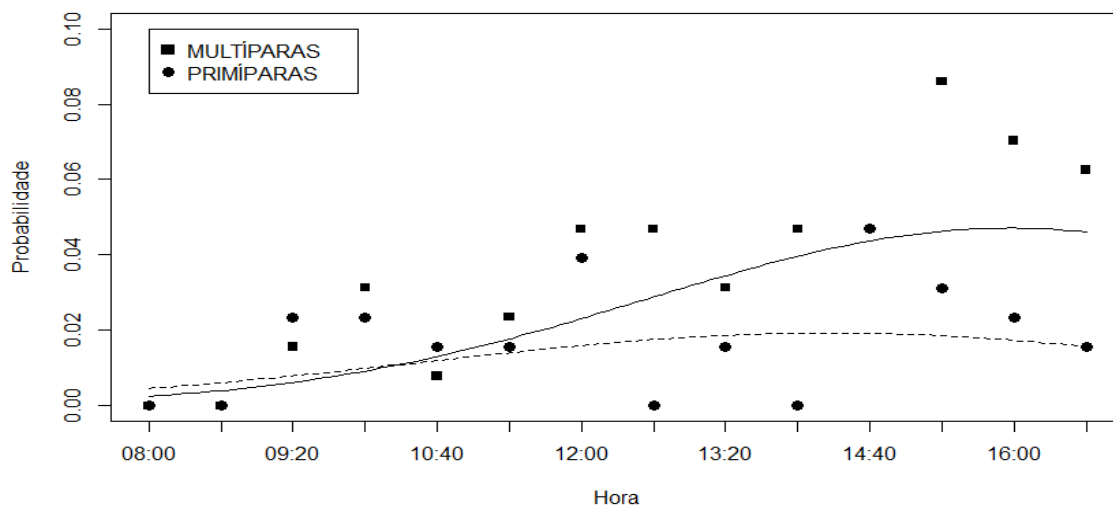


Figura 13 - Proporção de acontecimentos da atividade de brincar com a cama das vacas primíparas (linha tracejada) e múltíparas (linha contínua) no sistema *compost barn* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, no decorrer das horas

Este fato pode estar relacionado a tentativa das múltíparas de aliviar o estresse pelo calor, espantar as moscas, brincar ou mesmo explorar o ambiente, na busca de novas informações. O fenômeno de brincar pode ser um fator básico na determinação de alto grau de bem-estar, por se relacionar ao desenvolvimento normal (BROOM; FRASER, 2010). Segundo os mesmos autores os bovinos apresentam comportamento lúdico de mexer o solo ou a palha com os cascos.

## 5 CONCLUSÕES

1. No período da tarde as multíparas apresentaram maior probabilidade de interações sociais de empurrar, lambar outro animal e brincar com a cama.
2. A temperatura e a umidade relativa permaneceram acima da faixa de conforto para os animais a partir das 12 horas.
3. A temperatura média superficial e a frequência respiratória foram superiores a partir das 12 horas e as vacas multíparas apresentaram maiores variáveis termorregulatórias em relação as primíparas.
4. Independente da ordem de lactação, observou-se um padrão comportamental no período da manhã, com maiores probabilidades de ocorrência de ingestão de alimento, ruminação deitado e ócio deitado. E no período da tarde os animais apresentaram maior probabilidade dos comportamentos de ócio em pé, ruminação em pé, ingestão de água e ofego.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento e observação do comportamento dos bovinos são ferramentas que podem auxiliar na diminuição de perdas de ordem produtiva e reprodutiva. A produção de leite é uma atividade de grande importância na pecuária brasileira e o estresse térmico é um dos fatores que comprometem a qualidade de vida dos animais. Neste contexto, o *compost barn* é um sistema relativamente novo no Brasil e com poucos estudos, culminando com dúvidas em relação ao manejo deste sistema. Dessa forma, este trabalho buscou trazer informações técnicas e científicas em relação ao comportamento, termorregulação e manejo do sistema, visando o conforto dos animais e conseqüentemente aumento da produção.

Como qualquer sistema de produção, o sucesso está relacionado ao manejo correto. Neste caso, o revolvimento da cama é um dos fatores mais importantes para o correto funcionamento. O uso de ventiladores é extremamente importante não apenas para o conforto térmico dos animais, mas também para auxiliar na retirada de umidade da cama. A lotação animal também é um fator que influencia o manejo do sistema e a frequência de reposição da cama.

Com base nas observações realizadas pode-se sugerir melhorias no sistema estudado como um sistema de resfriamento com ventilação e aspersão na sala de alimentação nas horas mais quentes do dia. Faz-se necessário a introdução de mais ventiladores e bebedouros no sistema, a fim de evitar disputa entre os animais. Um coçador poderia ser uma alternativa para diminuir a degradação das instalações, visto que o comportamento de coçar é normal para os bovinos, além de favorecer o conforto das vacas.

O sistema *compost barn* proporcionou aos animais uma área de descanso suficiente com cama macia. Os animais permaneceram mais limpos e apresentaram menor incidência de lesões e claudicação. Além disso, facilitou o manejo diário de alimentação, ordenha, visualização e detecção de cio dos animais.

Dessa forma, é de grande importância que sejam realizados mais estudos sobre o comportamento e a fisiologia de primíparas e múltiparas neste sistema em diferentes regiões do Brasil, visto que, atualmente a área de pesquisa possui poucos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Gledson L. P. de et al. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 17, n. 8, p.892-899, 2013.
- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, n. 22, p.711-728, 2013.
- ARCARO, Juliana Rodrigues Pozzi. **Efeitos do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em free-stall sobre a produção, fisiologia, comportamento e ocorrência de mastite em vacas em lactação**. 2005. 123 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.
- AVILA, André Sanches de et al. Avaliação e correlação de parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos de vacas holandês em diferentes estações. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 14, n. 14, p.2878-2884, set. 2013.
- AZEVÊDO, Danielle Maria Machado Ribeiro; ALVES, Arnaud Azevêdo. Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos trópicos. **Embrapa Meio-Norte**, Teresina, p. 1-83, mar. 2009.
- BAÊTA, Fernando da Costa; SOUZA, Cecília de Fátima. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 269 p.
- BANKS, E. Behavioral research to answer questions about animal welfare. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.54, n.2, p.434-455, 1982.
- BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; RENEAU, J.K. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 3, p. 1575-1583, 2007.
- BARBOSA, Orlando Rus et al. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p.115-122, 2004.
- BATISTA, Joseane Nunes et al. Termorregulação em ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 11, n. 2, p.39-46, 2015.

BEWLWY, Jeffrey et al. **Compost Bedded Pack Barn Design: Features and Management Considerations**. University of Kentucky College of Agriculture Extension Factsheet.ID-206, 2012. Disponível em: <<http://www2.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id206/id206.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2015.

BLACK, R. A.; TARABA, J. L.; DAY, G. B. ; DAMASCENO, F. A.; BEWLEY, J. M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction, **Journal of Dairy Science** v. 96 n. 12, p.8060-8074, 2013.

BLACK, R. A.; TARABA, J. L.; DAY, G. B. ; DAMASCENO, F. A.; NEWMAN M. C.; AKERS K. A.; WOOD, C. L.MCQUERRY, K. J.; BEWLEY, J. M. The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. **Journal of Dairy Science**, v. 97 n. 5, 2669-2679, 2014.

BRASIL. **Análise da concorrência**. Centro de Inteligência do Leite - Cileite, Juiz de Fora/Brasília, 2016. Disponível em: /node/119&codigo=8. Acesso em: 09 abr. 2016.

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

BORBUREMA, Jucileide Barboza et al. Influência de fatores ambientais sobre a produção e composição físico-química do leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 9, n. 4, p.15-19, out./dez. 2013.

BROOM, D. M.; FRASER, A.F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. 4. ed. São Paulo: 2010. Manole, 438 p.

BROOM, Donald M.; MOLENTO, Carla Forte Maiolino. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - Revisão. **Archives of Veterinary Science**, Brasil, v. 9, n. 2, p.1-11, out. 2004.

CARVALHO, Nathã Silva de et al., Avaliação comportamental de vacas Holandesas mantidas em diferentes camas de *Compost barn*. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 25.,2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos...**Fortaleza: Gnius, 2015.

CECCHIN, Daiane. **Comportamento de Vacas leiteiras confinadas em Free-Stall com camas de areia e borracha**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

CECCHIN, Daiane et al. Avaliação de diferentes materiais para recobrimento de camas em baias de galpão modelo free-stall. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 18, n. 1, p.109-115, 2014.

COSTA, Mateus José Rodrigues Paranhos da; SILVA, Eliane Vianna da Costa e. Aspectos básicos do comportamento social de bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 2, p.172-176, abr./jun. 2007.

CUNNINGHAM, James G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2004. 579 p.

DAMASCENO, Flávio Alves. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. 2012. 391 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agricultural Engineering's, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

DAMASCENO, Júlio Cesar; BACCARI JÚNIOR, Flávio; TARGA, Luiz Antonio. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p.709-715, abr. 1999.

DEL-CLARO, Kleber. **Comportamento Animal - Uma introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Conceição, 132 p., 2004.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2006. 926 p.

ENDRES, M. I.; BARBERG, A. E. Behavior of Dairy Cows in an Alternative Bedded-Pack Housing System. **Journal of Dairy Science**, v.90, n. 9, p. 4192-4200, 2007.

ENDRES, M. I. Compost Bedded Pack Barns - Can They Work For You? **WCDS Advances in Dairy Technology**, v.21 p. 271-279, 2009.

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

FERREIRA, Rony Antônio. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.



FERREIRA, F. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.5, out. 2006.

FERREIRA, F. et al. Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 61, n. 4, p.763-768, 2009.

FIDLER, Andrew P.; VANDEVENDER, Karl. **Heat Stress in Dairy Cattle**. Agriculture and Natural Resources. University of Arkansas, United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating. Disponível em: <<http://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-3040.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

HÖTZEL, Maria José; MACHADO FILHO, Luiz Carlos Pinheiro. Bem-estar Animal na Agricultura do Século XXI. **Revista de Etologia**, Santa Catarina, v. 6, n. 1, p.3-15, jun. 2004.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caracterização socioeconômica da atividade leiteira no Paraná**. Curitiba, 187 p., 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores, **Estatística da Produção Pecuária junho 2015**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos\\_201501\\_publ\\_completa.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201501_publ_completa.pdf)> Acesso em: 31 ago. 2015.

KRAWCZEL, Peter; GRANT, Rick. Effects of cow comfort on milk quality, productivity and behavior. **Proceedings of the NMC Annual Meeting**, Charlotte, NC, USA, 2009.

LESO, Lorenzo et al. A survey of Italian compost dairy barns. **Journal of Agricultural Engineering**, Italy, v. XLIV , n. 17, p.120-124, nov. 2013.

MAGALHÃES, Héliida Regina et al., Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa, **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.35,n.2, p.415-421, 2006.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em lactação submetidas a

diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 181-191, 2004.

MARTELLO, Luciane Silva. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall**. 2006. 113 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MÜLLER, Pedro Bernardo. **Bioclimatologia: aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1989. 262 p.

NASCIMENTO, George V. do et al. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 9, n. 4, p.1-9, out./dez. 2013.

NICOLETTI, José Luiz de Mello et al. Prevalência de lesões podais e graus de claudicação em vacas leiteiras mantidas em confinamento permanente ("free-stall" e "tie-stall"). **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, CRMV-SP, São Paulo, v. 4, n. 2, p.24-32, 2001.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. In: 7<sup>th</sup>. **Revised Edition of Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. National Academy Press, Washington, DC, 2001.

OFNER-SCHRÖCK, E.; ZÄHNER, M.; HUBER, G.; GULDIMANN, K.; GUGGENBERGER, T.; GASTEINER, J. Compost Barns for Dairy Cows Aspects of Animal Welfare. **Journal of Animal Science**, v.5, p.124-131, 2015.

PASSINI, Roberta et al. Estresse térmico sobre a seleção da dieta por bovinos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 3, p.303-309, jul. 2009.

PERISSINOTTO, Maurício et al. Influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 9, n. 2, p.289-294, jun. 2005.

PERISSINOTTO, M. et al. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.663-671, set./dez. 2006.

PINHEIRO, Alice Andrioli; BRITO, Ismênia França de. **Bem-estar e Produção Animal**. Sobral: Embrapa, dez. 2009.

PIRES, Maria de Fátima Ávila. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 4 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 52).

PORCIONATO, Marco Aurélio de Felício et al. Respostas produtivas e comportamentais durante a ordenha de vacas Holandesas em início de lactação. **Acta Sci. Anim. Sci.**, Maringá, v. 31, n. 4, p.447-451, out. 2009.

PORTUGAL, J. A. B.; PIRES, M. F. A.; DURÃES, M. C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminção em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 2, p.1-6, abr. 2000.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: **R Foundation for Statistical Computing**, 2016. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

RICCI, Gisele Dela; ORSI, Alessandra Módena; DOMINGUES, Paulo Francisco. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite - Revisão. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 3, n. 20, p.9-18, set. 2013.

ROCHA, David Ramos da et al. Índices de tolerância ao calor de vacas leiteiras no período chuvoso e seco no Ceará. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 10, n. 4, p.335-343, out./dez. 2012.

SEAB. Secretária de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Análise da Conjuntura Agropecuária, ano 2013/2014**. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/leite\\_2013\\_14.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/leite_2013_14.pdf). Acesso em: 28 ago. 2015.

SILANO, Camila; SANTOS, Marcos Veiga dos. Você sabe o que é um Compost Barn? **Revista Leite Integral**, Belo Horizonte, v. 6, n. 46, p.40-43, Dez./Jan. 2012/2013.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, n.1, p.1-18, 2000.

SILVA, Roberto Gomes da. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: **Nobel**, 2000, 286 p.

SOUZA, Bonifácio Benício de et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 06, n. 02, p.59-65, abril/junho. 2010.

SOUZA, Bonifácio Benício de; BATISTA, Nayanne Lopes. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 3, n. 8, p.06-10, jul./set. 2012.

SOUZA, Sílvia R. L. de et al. Análise das condições ambientais em sistemas de alojamento 'freestall' para bovinos de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p.299-303, fev. 2004.

SOUZA, Sílvia R. L. de; NÄÄS, Irenilza de A.; MOURA, Daniella J. de. Análise de imagens para a caracterização das atividades de vacas leiteiras dentro do galpão de confinamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 6, p.1036-1043, dez. 2011.

SPINKA, Marek. How important is natural behavior in animal farming systems?. **Applied Animal Behaviour Science**, n.100, p. 117-128, 2006.

TOSETTO, Martieli Regina et al. Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**. v. 2, n. 1, p.6-10, 2014.

TRESOLDI, Grazyne. **Relações sociais entre vacas leiteiras e possíveis consequências na produtividade e bem-estar animal**. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

VILELA, Reíssa Alves. **Comportamento e termorregulação de vacas Holandesas lactantes frente a recursos de ventilação e nebulização em estabulação livre**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

VILELA, Reíssa Alves. et al. Respostas fisiológicas e comportamentais de vacas Holandesas mantidas em sistema adiabático evaporativo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Pirassununga, v. 33, n. 11, p.1379-1384, nov. 2013.