

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

TAINARA DA SILVA LAMBERTES

**AMBIENTE TÉRMICO, COMPORTAMENTO E BEM-ESTAR  
DE VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA COMPOST BARN**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

TAINARA DA SILVA LAMBERTES

**AMBIENTE TÉRMICO COMPORTAMENTO E BEM - ESTAR DE  
VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA COMPOST BARN**

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

Orientador: Prof. Dr. Frederico M. C. Vieira

Co orientador: Zoot. Alessandro A. Soares

DOIS VIZINHOS

2019



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



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

## **FOLHA DE APROVAÇÃO TCC**

# **AMBIENTE TÉRMICO, COMPORTAMENTO E BEM-ESTAR DE VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA COMPOST BARN**

Autor: Tainara da Silva Lambertes

Orientador: Prof.Dr. Prof. Dr. Frederico M. Vieira

Co-orientador: M.e. Allessandro A. Soares

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA em 03 de Dezembro de 2019.

---

Prof. Dra. Kátia Atoji Henrique

---

Zootecnista Jucemara A.Rösler

---

Prof.Dr.Frederico M.C  
Vieira

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida, sabedoria e fortalecimento diário.

Minha mãe Juleide, meu pai Helio e minha tia Salete, por acreditarem em mim, me apoiarem e se dedicarem para que eu pudesse realizar esse sonho.

Aos meus avôs emprestados vó Samira e vô Aryzone pelo apoio, incentivo e motivação, vocês fizeram parte desse sonho.

Aos meus amigos, hoje” irmãos” Aline Zambiasi e Alessandro Soares pelo imenso apoio, companheirismo e união.

As minhas amigas de vida, Ana Flávia e Débora por me fortalecerem, apoiarem e pela imensa paz proporcionada nesse período.

Gratidão ao meu namorado Arlei Renan por ter dividido esse período comigo, me fortalecendo e acreditando tanto em mim e no meu potencial.

Aos proprietários do compost barn, o senhor Adelan Zorzi e sua esposa Elenita Zorzi, por terem nos proporcionado realizar essa pesquisa em sua propriedade, com tamanha paciência e compreensão.

Ao meu orientador professor Frederico Márcio Corrêa Vieira, por todo aprendizado profissional e pessoal, pela dedicação e por depositar tanta confiança a mim.

Agradeço imensamente aos meus colegas que nos ajudaram voluntariamente com imensa dedicação e comprometimento no experimento, Ariane Enara, Laura Zorzi, Jaine Souza Patricia Franzosi, Welligton Felipe, e Vinicius Bronze.

A minha prima Gabriela Paz por toda a ajuda com o experimento e no período da graduação.

## RESUMO

Lambertes, T. S., Ambiente térmico, comportamento e bem-estar de vacas leiteiras em sistema compost barn. 2019. 25 f. Trabalho (conclusão de curso). – Programa de graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

Os elementos como temperatura, umidade relativa, radiação e ventilação, influenciam diretamente o conforto e o comportamento dos animais, sendo que quando não há conformidade na climatização do galpão, o potencial produtivo desses animais será prejudicado. Desta forma objetivou-se por meio desse trabalho avaliar a influência do ambiente térmico em um galpão *compost barn* sob os aspectos comportamentais e fisiológicos de vacas leiteiras. A pesquisa foi realizada entre outubro de 2017 a fevereiro de 2018, em propriedade particular localizada na comunidade São Luiz do Chopim, na cidade de Dois Vizinhos – PR. Foram utilizadas 18 vacas mestiças (Holandês X Jersey), separado em dois tratamentos conforme a ordem de lactação, sendo um tratamento constituído por primíparas e o outro por multíparas. As variáveis microclimáticas verificadas foram a temperatura do ar, temperatura do globo negro, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Para a análise comportamental foi utilizado um etograma que permitiu a visualização dos animais no decorrer de 10 minutos em um intervalo de 30 minutos durante 24 horas. Os dados referentes aos índices de conforto térmico e comportamento foram analisados através da inferência bayesiana, utilizando o software R. Com relação aos índices de conforto térmico, foi observado que o galpão *compost barn* oferece boas condições térmicas para os animais. Para o comportamento animal, houve diferença entre os tratamentos para os comportamentos de comer, ingerir água, e de ócio deitado, o que indica que tal fato se deu pelo arranjo social, sendo que as vacas multíparas exercem dominância sobre as vacas primíparas. Os resultados encontrados mostram que o *compost barn* é um sistema capaz de proporcionar boas condições térmicas para vacas leiteiras.

**Palavras chaves:** comportamento, bovinocultura de leite, produção de leite, conforto térmico.

## ABSTRACT

Lambertes, T. S., thermal environment behavior and welfare of dairy cows in compost barn system. 2019. 25 f. Work (completion of course). - undergraduate program in Bachelor's Degree in Animal Science, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos 2019.

The elements like temperature, relative humidity, radiation and ventilation, directly influence the comfort and the behavior of animals, being that when there is no conformity in the climatization of canvas, the productive potential of these animals will be harmed. This way the objective by means of this work was to evaluate the influence of thermal environment in a compost barn shed under the behavioral and physiological aspects of dairy cows. The research was carried out between October 2017 and February 2018, in particular property located in the São Luiz do Chopim, in the city of Dois Vizinhos - PR. Were Used 18 crossbred cows (Holstein x Jersey), divided into two treatments according to the order of lactation, being treatment consisting in primiparous and multiparous another per. The microclimatic variables recorded were the air temperature, black globe temperature, relative humidity and wind speed. For the behavioral analysis was used an ethogram that allowed the visualization of the animals in the course of 10 minutes in an interval of 30 minutes during 24 hours. For the behavioral analysis was used an ethogram that allowed the visualization of the animals in the course of 10 minutes in an interval of 30 minutes during 24 hours. The data regarding thermal comfort indices and behavior were analyzed through bayesian inference, using the software R. With respect to the thermal comfort indices, it was observed that the compost shed barn offers good thermal conditions for animals. For the animal behavior, there was a difference between the treatments for the behaviors of eating, drinking water, and idleness lying, which indicates that this fact is given by social arrangement, where the dairy cows exert dominance over the primiparous cows. For the animal behavior, there was a difference between the treatments for the behaviors of eating, drinking water, and idleness lying, which indicates that this fact is given by social arrangement, where the dairy cows exert dominance over the primiparous cows.

Key words: behavior, dairy cattle, milk production, thermal comfort.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Croqui ilustrativo do galpão compost barn .....	17
Figura 2-Manejo de revolvimento da cama no sistema compost barn.....	18
Figura 3-Vacas primíparas e multíparas utilizadas no experimento .....	19
Figura 4-Observação e registro de comportamento .....	21
Figura 5-Valores de índice de temperatura de globo negro e umidade – ITGU e índice de temperatura e umidade – ITU.....	23
Figura 6-Probabilidade de comer de vacas primíparas (linha contínua) e multíparas (linha tracejada) em sistema compost barn .....	25
Figura 7-Probabilidade de Ingerir água de vacas primíparas (linha contínua) e multíparas (linha tracejada) em sistema compost barn .....	26
Figura 8-Probabilidade de andar de vacas primíparas (linha contínua) e multíparas (linha tracejada) em sistema compost barn .....	27
Figura 9-Probabilidade de ócio em pé (a) e ócio deitado (b) de vacas primíparas (linha contínua) e multíparas (linha tracejada) em sistema compost barn.....	29
Figura 10-- Probabilidade de ruminar em pé (a) e ruminar deitado (b) de vacas primíparas (linha contínua) e multíparas (linha tracejada) em sistema compost barn .....	31
Figura 11-Probabilidade de ofego de vacas primíparas (linha contínua) e multíparas (linha tracejada) em sistema compost barn .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Composição dos ingredientes utilizados na dieta.....	18
Tabela 2-Estimativas a posteriori de parâmetros (média $\pm$ desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de comer de vacas primíparas e multíparas ....	24
Tabela 3-Estimativas a posteriori de parâmetros (média $\pm$ desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de ingerir água de vacas primíparas e multíparas .....	25
Tabela 4-Estimativas a posteriori de parâmetros (média $\pm$ desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de andar de vacas primíparas e multíparas	26
Tabela 5- Estimativas a posteriori de parâmetros (média $\pm$ desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de ócio em pé e ócio deitado de vacas primíparas e multíparas.....	28
Tabela 6- Estimativas a posteriori de parâmetros (média $\pm$ desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de ruminando em pé e ruminando deitado de vacas primíparas e multíparas.....	30
Tabela 7-Estimativas a posteriori de parâmetros (média $\pm$ desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de ofegar de vacas primíparas e multíparas)	32

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 AMBIENTE TÉRMICO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 TERMORREGULAÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 COMPORTAMENTO ANIMAL.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 COMPOST BARN .....</b>	<b>14</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 ANIMAIS DO EXPERIMENTO.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 AVALIAÇÃO DOS DADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS DO AMBIENTE .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 COMPORTAMENTO ANIMAL.....</b>	<b>19</b>
<b>3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....</b>	<b>21</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2 COMPORTAMENTO ANIMAL.....</b>	<b>23</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Animais geneticamente superiores para que expressem sua máxima produtividade, é necessário estes estejam em um ambiente em que lhes sejam possíveis manter a homeostase térmica sem grandes sacrifícios, sendo cada vez maior a busca por alternativas que propiciem conforto aos animais, praticidade e viabilidade econômica para os produtores (RAMOS, 2015). Dentre as alternativas buscadas para confinar gado leiteiros, na atualidade os sistemas mais utilizados são o *free-stall* e o *compost barn*.

O *compost barn* não tem é muito diferente do *free stall*. Uma das principais diferenças entre *free-stall* e *compost barn* é que o *compost barn* dispõe de área de descanso coletiva, enquanto no *free-stall*, é individual. Vale lembrar que a área de descanso coletiva do sistema *compost barn* é recoberta com serragem ou maravalha e essa é separada da pista de alimentação e dos bebedouros por um degrau com elevação ou uma parede. (OFNER-SCHRÖCK et al., 2015).

O bom funcionamento do sistema *compost barn*, se faz necessário o bom manejo de cama, o revolvimento deve ser feito duas vezes ao dia, de uma camada de 25 a 30 cm (JANNI et al., 2007). E a instalação deve possuir um sistema de ventilação bem planejado, de forma que esse auxilie na retirada de umidade da cama, nas trocas térmicas dos animais e force a troca de ar de dentro do galpão (ENDRES; BARBERG 2007).

Quando em estresse térmico, os animais recorrem a mecanismos fisiológicos e comportamentais na tentativa de voltarem a homeostase. Embora evolutivamente eficientes, quando o meio não oferece condições para que o animal consiga voltar a homeostase térmica, os esforços fisiológicos e comportamentais podem levar o animal a apresentar decréscimo dos índices reprodutivos, alteração na composição do leite e redução da produtividade (NOBREGA et al., 2011).

Também vale lembrar que às vezes os animais podem estar em estresse térmico e não apresentarem alterações fisiológicas de fácil identificação, sendo, nesse caso, as alterações comportamentais as únicas indicações visíveis de estresse e de comprometimento do bem-estar (FAÇANHA et al., 2016). Todavia, são poucos os estudos com enfoque no comportamento e bem-estar de vacas leiteiras em *compost barn*.

Assim, as hipóteses que embasam a presente pesquisa é de que o ambiente térmico influencia o comportamento das vacas leiteiras e de que em *compost barn* as

vacas conseguem expressar comportamento que indicam conforto térmico.

Dessa forma, objetivou-se através dessa pesquisa avaliar a influência do ambiente térmico do *compost barn* no comportamento e bem-estar de vacas leiteiras.

## 1.2 OBJETIVOS

Geral:

- Avaliar se o comportamento de vacas leiteiras é influenciado pelo ambiente térmico

Específicos:

- Avaliar se o comportamento de vacas leiteiras nos períodos quentes do ano é influenciado pela ordem de parto.
- Analisar se as condições térmicas do *compost barn* é propícia à criação de vacas leiteiras.
- Caracterizar se as condições climáticas do *compost barn* são satisfatórias com relação ao comportamento de vacas leiteiras.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 AMBIENTE TÉRMICO

O ambiente em que os animais estão inseridos exerce grande influência sobre a capacidade homeotérmica dos mesmos, a produção ou perda de calor para o meio é resultado das condições ambientais, sendo essas a temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar (BRIDI, 2008). Sendo assim, para que os animais apresentem bom desempenho produtivo e expressem seu máximo potencial é necessário que se tenha um ambiente térmico favorável.

Assim, para se quantificar o ambiente térmico, alguns índices de conforto foram elaborados, sendo o índice de temperatura e umidade (ITU), desenvolvido por Thom(1958), um dos mais utilizados. O índice de temperatura e umidade quantifica os efeitos da temperatura do ar e da umidade relativa do ar com relação ao desempenho dos bovinos, contudo, não leva em consideração os efeitos da velocidade do vento nem da radiação solar, importantes elementos climáticos capazes de influenciar o conforto dos animais.

Um outro índice que também é bastante utilizado para avaliar o ambiente térmico para bovinos de leite é o ITGU. O ITGU Segundo Baccari Junior (2001) é considerado um dos índices de maior precisão com relação ao conforto térmico dos bovinos. Além de levar em consideração a temperatura e a umidade do ar, também leva em consideração a velocidade do vento, e a radiação (CAMPOS, 1986). Para Buffington et al. (1981),é um dos índices de maior precisão por representar a influencia do ambiente sobre os animais.

Através dos índices de conforto térmico é possível se verificar e apontar problemas no planejamento e construção das instalações. Para Torres Junior et al., (2008) os maiores problemas das instalações de confinamento estão relacionados com altas temperaturas e condições térmicas inapropriadas devido aos fatores climáticos, equipamentos e pessoas envolvidas no manejo animal, alta umidade relativa e a baixa velocidade do vento, fazem com que diminua a capacidade de troca térmica dos animais , assim propiciando estresse térmico.

Segundo West (2003), em dias que as condições ambientais não permitem os animais perderem calor, esses entram em estresse térmico e a produção de leite diminuí. Isso ocorre resultante de que quando fora da sua zona de conforto térmico os bovinos têm suas funções metabólicas limitadas, aumentam a frequência respiratória e diminuem o consumo de matéria seca, a fim de minimizar a produção de calor endógeno, o que faz com que haja alterações no comportamento natural e nos

parâmetros produtivos e reprodutivos dos animais (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Assim, as instalações zootécnicas devem ser construídas de forma que os efeitos danosos da ação dos elementos climáticos sejam reduzidos e os animais possuam o máximo conforto térmico, de modo que possam expressar sua máxima produtividade (MOURA et al 2010). Contudo, quando detectado problemas que impeçam ou dificulte a correta termorregulação dos animais, se faz necessário que adaptações no ambiente sejam realizadas para que os animais possam expressar todo o seu desempenho produtivo e valor genético sem grandes dificuldades (SOUZA et al., 2004).

## **2.2 TERMORREGULAÇÃO**

A termorregulação é o processo utilizado por sistemas biológicos para manter a temperatura corporal adequada (DANTAS et al., 2012) e para o bom funcionamento do organismo, sendo essencial para adaptação de espécies em diferentes ambientes (SOUZA; BATISTA, 2012). Os ruminantes são classificados como homeotérmicos pois contam com funções fisiológicas e comportamentais capazes de manter a temperatura corporal adequada, independente da variação da temperatura do ar (Matarazzo, 2004).

Embora sejam capazes de controlar a temperatura corporal independente da temperatura do ar, os homeotérmicos possuem uma faixa em que desempenham suas funções metabólicas sem grandes gastos energéticos, a essa faixa dá-se o nome de zona de termoneutralidade. Conforme Baccari Junior (1998), a zona de termoneutralidade são faixas de temperaturas que o animal não sofrerá estresse pelo frio ou pelo calor. Quando se encontra na zona de termoneutralidade com temperaturas adequadas, as perdas fisiológicas são insignificantes, a conservação de energia é máxima, mantendo a temperatura corporal, o consumo de alimento é resultado numa ótima produção (NÄÄS, 1989; TITTO, 1998).

Em um ambiente termoneutro, a necessidade de gasto de energia é mínima e este pode realizar troca de calor com o meio de forma eficaz (BRIDI, 2010). Porém quando a temperatura está elevada, o calor excede e o animal entra em estado de estresse térmico, podendo ser observado através da temperatura retal, frequência respiratória e a sudação do animal (FERREIRA et al., 2006). O ambiente onde os animais estão inseridos deve oferecer conforto térmico e alterações podem ser realizadas afim de melhorar o bem-estar e diminuir as perdas produtivas (NÓBREGA et al., 2011).

Para o equilíbrio da temperatura corporal, os animais homeotérmicos dispõem-se de um centro termorregulador presente no hipotálamo e que recebe a informação de células periféricas, as respostas biológicas de controle térmico (MARQUES, 2001).

Algumas condições controlam a natureza da resposta biológica de um animal quando fora da sua zona de conforto, sendo decorrente de fatores genéticos, da idade, das condições fisiológicas, do sexo (SILVA, 2000) e da espécie animal. Os bovinos quando sofrem estresse por calor, buscam por lugares com menor incidência de radiação solar, lâminas de água, terrenos úmidos, apresentam redução do consumo de alimento, aumento da ingestão de água, elevam os batimentos cardíacos, a circulação periférica, a taxa de respiração e a sudorese (RODRIGUES et al., 2010).

O animal ao se encontrar em um ambiente onde a temperatura for menor que da sua zona de conforto térmico, manifesta então mecanismos de vasoconstrição periférica e piloereção, maior consumo de alimentos e redução na frequência respiratória fazendo com que ocorra aumento de temperatura (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Silva (2000) ressalta a importância dos efeitos da temperatura ambiente, os quais são variáveis de acordo com a intensidade da umidade relativa do ar, sendo sua importância aumentada conforme a termorregulação do animal seja mais dependente dos mecanismos evaporativos de calor. Para Almeida Neto et al. (2014) e Takahashi; Biller; Takahashi (2009), o ideal para bovinos é que a umidade esteja entre 50 % e 70% e segundo Baêta e Souza (1997) a zona de conforto varia em temperaturas de 1 a 16 °C para bovinos europeus e de 10 a 27 °C para os zebuínos.

### **2.3 COMPORTAMENTO ANIMAL**

Quando se tem conhecimento sobre o comportamento animal, se faz bom uso de alternativas para o enriquecimento do sistema de produção, tanto para as atividades individuais quanto ambientes sociais e físicas dos mesmos (STRICKLIN; KAUTZ; SCANAVY 1984).

O comportamento animal é determinado pelas características físicas, fisiológicas e emocionais, é influenciado pelo ambiente. Desta forma, é necessário que se conheça o comportamento natural das espécies para que se torne possível identificar a ocorrência de estresse que pode estar afetando o conforto e o bem-estar animal e se crie alternativas para o manejo mais adequado (BROOM; MOLENTO, 2004).

Os bovinos são animais de hábitos gregários, que necessitam conviver em grupos. Essa convivência em grupos gera animais hierárquicos, relacionados com a idade, peso e altura de cernelha, gerando uma organização dentro do rebanho (BLACKSHAW, 2003). A dominância é determinada por relações competitivas,

disputando água, comida e espaço. (DA COSTA; COSTA E SILVA, 2007). As vacas dominantes tem preferência com relação as demais (PILATTI. et al ,2018).

O espaço utilizado pelos animais não é ao acaso, sendo este relacionado com o ambiente, clima e comportamento social (ARNOLD; DUDZINSKI, 1978). Para Paranhos da Costa e Nascimento Jr (1986) a vida em grupo exerce inúmeras vantagens, dentre elas a defesa contra predadores, quando o sistema de produção é falho, aumenta o número de competições, ocasionando maiores incidência de situações agressivas.

Silva (2007) menciona o fato de que os sistemas de produção podem alterar a formação social dos animais, sendo a composição formada por animais do mesmo sexo, estado fisiológico e idade, assim alternando características sociais. Com isto, algumas características se mantem dentro de interações sociais, sexuais e materno-filiais.

Sendo o comportamento dos animais é uma resposta do bem-estar (BOND et al.,2012). Damasceno e Targa (1997) mencionam que, para animais em confinamento, a observação comportamental dos animais tem grande importância. Pires (1998) menciona o fato de a produtividade leiteira ser prejudicada pelo desconforto.

## **2.4 COMPOST BARN**

Tratando-se de um sistema de confinamento para vacas leiteiras, dispõem de uma cama normalmente recoberta de serragem ou maravalha, possibilitando ao animal um ambiente seco e confortável. O sistema traz como vantagens, menor custo de implantação, menores problemas de cascos, diminuição na incidência de problemas de jarrete, diminuição da contagem de células somáticas e animais mais confortáveis e saudáveis (MILANI; SOUZA, 2010). Como desvantagens, pode citar que quando a cama é mal manejada e não existir um bom sistema de ventilação os animais podem apresentarem desconforto e terem seu bem-estar comprometido, refletindo em diminuição da lucratividade da atividade.

As instalações de confinamento destinadas aos animais devem ser funcionais, capazes de proporcionar conforto térmico, amenizar o estresse ao animal e fornecer condições para que os animais melhorem o seu bem-estar, de forma a permitir uma maior produção (REZELMAN, 1993). Todavia, as instalações de confinamento trazem novos desafios, por exemplo, o custo e a mão de obra, o que torna constante a busca por alternativas que facilitem esses desafios, trazendo viabilidade

econômica para o produtor, conforto e bem-estar para os animais (PEREIRA et al., 2010).

Tom e Mark Portner, de Sleepy Eye, Minnesota, com suas produções leiteiras, iniciaram o sistema *tie-stall*, onde os animais eram dispostos dentro do galpão, aumentando então a produtividade, necessitando-se criar novas alternativas para o sistema de confinamento desenvolveu-se o sistema *free-stall* (SIQUEIRA, 2013). Com o intuito de se diferenciar os dois outros sistemas, trazendo novas alternativas e melhorias, em 2001, criou-se o sistema de confinamento *compost barn* (SIQUEIRA, 2010).

De acordo com Damasceno (2012), as instalações desse sistema melhoram o bem-estar e a saúde dos animais, pois proporcionam maior interação social, liberdade de movimentos e um vasto espaço onde podem deitar facilmente.

Um componente importante para oferecer é uma cama confortável e adequada, assim, os animais irão produzir mais, ficarão mais limpos e com menor incidência de doenças e lesões (CHADDAD, 2015).

De acordo com Shane et al. (2010), o material habitualmente usado na cama é serragem seca, porém busca-se outras alternativas devido ao custo, poeira e disponibilidade do material, estão sendo testados materiais como pó de serra, pedaços de madeira, casca de aveia e outras matérias que trouxeram satisfação quanto ao funcionamento semelhante a serragem.

Galama et al., (2011) refere ao sistema *compost barn* como uma adequação para melhoria na sustentabilidade, podendo juntar maior espaço para os animais, menor emissão de gases e um custo reduzido.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos, protocolo 2017-15, em reunião ocorrida em 09/08/2017.

O estudo foi realizado em uma propriedade particular localizada na comunidade São Luiz do Chopin, na cidade de Dois Vizinhos – PR, entre as coordenadas: latitude 25° 42' 31" e longitude 53° 03' 27" W, com altitude de 545 m em relação ao nível do mar. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cfa - subtropical úmido com verão quente, com temperaturas médias de 22°C nos meses quentes, e nos meses frios temperaturas em torno -3 a 18° (ALVARES et al., 2013).

O período experimental ocorreu entre outubro de 2017 e fevereiro de 2018, durante a primavera e o verão. Foram realizadas avaliações mensais de comportamento e variáveis microclimáticas no período de 24 horas, totalizando 10 avaliações comportamentais e 10 avaliações de variáveis microclimáticas.

As observações e coletas de dados foram realizadas em galpão de confinamento de bovinos leiteiros do tipo *compost barn*, na orientação norte/sul, possuindo 24,4 metros de largura por 31,4 m de comprimento, com altura do pé direito de 4,5 metros, 8 metros de altura até o lanternim e laterais abertas.

O sistema de ventilação do galpão conta com oito ventiladores da marca DeLaval, modelo DF 1250, com motor de 1 cv e capacidade de fluxo de ar de 34.000 m<sup>3</sup>/h. (Figura 1).

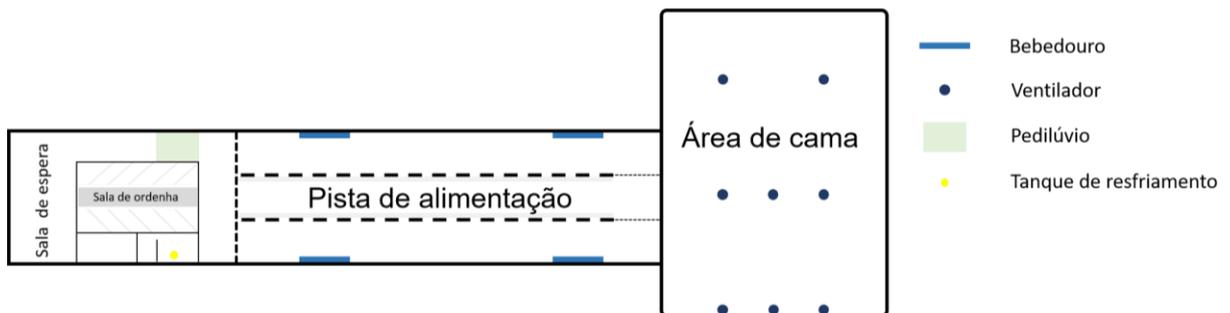


Figura 1- Croqui ilustrativo do galpão *compost barn*  
Fonte: Soares (2019)

A cama do galpão era revolvida duas vezes ao dia, no período de ordenha ou alimentação das vacas. A título de manejo diário, a cama era revolvida com a utilização de um trator, o qual acionava o implemento do tipo escarificador a 20 cm de profundidade e tinha como objetivo a incorporação de dejetos, descompactação, e controle de temperatura e umidade da cama (Figura 2).



Figura 2-Manejo de revolvimento da cama no sistema *compost barn*  
 Fonte: Soares (2019)

A alimentação dos animais do experimento era fornecida *ad libitum* em três horários do dia, às 8:00, 16:00 e 20:00 horas. Os animais eram separados em dois lotes, ficando divididos conforme a produção, as primíparas tinham produção de 25 litros/dia e as multíparas a produção correspondia a 32 litros. A dieta dos animais era balanceada e fornecida de acordo com a produtividade das vacas (Tabela 1).

TABELA 1 - Composição dos ingredientes utilizados na dieta

Composição	Quantidade (Kg)
Silagem de Milho	35
Pré-secado de Tifton	3
Concentrado comercial	8
Farelo de Soja	1

### 3.1 ANIMAIS DO EXPERIMENTO

Foram utilizadas 18 vacas mestiças da raça Holandesa x Jersey, as quais foram selecionadas e divididas em dois tratamentos de acordo com ordem de parto, produção, estágio de lactação, peso e pelagem. O tratamento 1 condizia com as vacas primíparas com média de peso de 500 kg e o tratamento 2 por vacas multíparas com média de peso de 600 kg (Figura 3).



Figura 3-Vacas primíparas e multíparas utilizadas no experimento  
Fonte: Soares (2019)

Para que os animais fossem identificados foi utilizado como forma de marcação spray da cor prata, com a numeração de 1 a 18 na região da costela, correspondendo de 1 a 9 para vacas primíparas, e de 10 a 18 para as multíparas.

### **3.2 AVALIAÇÃO DOS DADOS**

Para a obtenção dos dados experimentais, foram realizadas 10 avaliações microclimáticas para a obtenção dos índices de conforto térmico e 10 avaliações comportamentais.

As avaliações comportamentais ao ambiente foram analisadas no período de 24 horas por dia de avaliação.

### **3.3 VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS DO AMBIENTE**

As variáveis microclimáticas no ambiente interno das instalações foram coletadas com a utilização de data loggers modelo HOBO U12 – 013 (marca Onset) com dois canais externos, instalado em quatro pontos do galpão e os dados coletados foram: temperatura do ar (°C), temperatura do globo negro e umidade relativa (%). Em um dos sensores externos do data loggers foi inserido um sensor termopar acoplado em uma esfera oca de polietileno pintado de preto fosco com 15 cm de diâmetro. O

data loggers e o globo negro foram instalados na altura de massa dos animais e os dados foram registrados a cada 30 minutos.

Por meio dos dados coletados, foram calculados o índice de temperatura e umidade-ITU, de acordo com Thom (1958):

$$ITU = Ta + (0,36 * Tpo) + 41,5$$

Em que:

Ta = Temperatura do ar (°C);

Tpo = Temperatura do ponto de orvalho (°C).

O Índice de temperatura do globo Negro e Umidade – ITGU – de acordo com Buffington et al. (1981) (eq.2):

$$ITGU = Tgn + (0,36 * Tpo) + 41,5$$

Tgn – Temperatura do Termômetro de Globo Negro (C°);

Tpo – Temperatura de ponto de orvalho (C°).

### **3.4 COMPORTAMENTO ANIMAL**

A avaliação de comportamento ocorreu em períodos de 24 horas diárias nos mesmos dias em que foram realizadas as avaliações referentes ao microclima do ambiente.

As observações comportamentais foram realizadas como amostragem 0/1, por meio do método focal descrito por Broom e Fraser (2007). As observações contaram com duração de 10 minutos, e intervalo de 30 minutos entre elas. Foram realizadas por dois observadores, registrando o comportamento no momento da observação. Os dois avaliadores efetuaram um treinamento prévio ao estudo a fim de minimizar possíveis diferenças entre as observações visuais. Para não viciar os dados, os avaliadores se alternavam entre os tratamentos a cada coleta. (Figura 4)



Figura 4-Observação e registro de comportamento  
Fonte: Soares (2019)

Os dados foram anotados e os comportamentos avaliados por meio de um etograma adaptado do método proposto por Endres e Barberg (2007) e Pilatti. et al (2018), conforme descrito a seguir:

- **Ócio em pé:** animal em pé, sem realizar qualquer atividade (ruminando, comendo, etc.);
- **Ócio deitado:** animal deitado, sem realizar qualquer atividade (ruminando, comendo, etc);
- **Ruminando em pé:** animal em pé, regurgitando ou remastigando os alimentos;
- **Ruminando deitado:** animal deitado, regurgitando ou remastigando os alimentos;
- **Comendo:** animal ingerindo alimento nas baias de alimentação;
- **Ingerindo água:** animal ingerindo água nos bebedouros;
- **Andando:** deslocamento do animal, na área de descanso ou pista de alimentação;
- **Ofegando:** forma de dissipar o calor corporal. O animal apresenta boca aberta e salivação intensa;

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise dos dados referentes aos índices de conforto térmico e comportamento foram analisados através de inferência bayesiana. Para a análise dos dados de índice de conforto térmico foi considerado que a variável de interesse (Y) apresentou distribuição normal com os parâmetros  $\mu$  e  $\sigma$ . O modelo considerado foi:

$$Y_{ki} \sim (\mu, \sigma)$$

$$\mu = \alpha + \beta * X_{ki} + \pi * X_{ki}^2 + \rho * X_{ki}^3 + u_k + \varepsilon_{ki}$$

$$\alpha \sim \text{Normal}(0, 0.001)$$

$$\beta \sim \text{Normal}(0, 0.001)$$

$$\pi \sim \text{Normal}(0, 0.001)$$

$$\rho \sim \text{Normal}(0, 0.001)$$

$$\sigma \sim \text{Cauchy}(0,5)$$

Onde X se refere a hora do dia o qual foi verificado o valor de Y, o  $u_k$  é o efeito aleatório dos dias, e os índices i e k referem-se ao animal e ao dia, respectivamente.

Para a análise dos dados comportamentais foi considerado que a variável de interesse (Y) segue uma distribuição de Poisson com parâmetro  $\lambda$ . O modelo considerado para cada comportamento dentro de cada tratamento foi:

$$Y_{ki} \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$$

$$\text{Log}(\lambda_i) = \alpha + \beta * X_{ki} + \pi * X_{ki}^2 + \rho * X_{ki}^3 + u_k + \varepsilon_{ki}$$

$$\alpha \sim \text{Normal}(0, 0.001)$$

$$\beta \sim \text{Normal}(0, 0.001)$$

$$\pi \sim \text{Normal}(0, 0.001)$$

$$\rho \sim \text{Normal}(0, 0.001)$$

Onde X se refere a hora do dia o qual o comportamento foi verificado, o  $uk$  é o efeito aleatório dos dias, e os índices  $i$  e  $k$  referem-se ao animal e ao dia, respectivamente.

Para as análises referentes aos índices de conforto térmico, e comportamento foi utilizado o software R, utilizando o pacote brms (BÜRKNER et al., 2017).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO

O índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) tiveram variações semelhantes, dando-se o aumento no período das 09:00 às 18:00 horas, diminuindo esses valores entre às 24:00 e 06:00 horas (Figura 5).

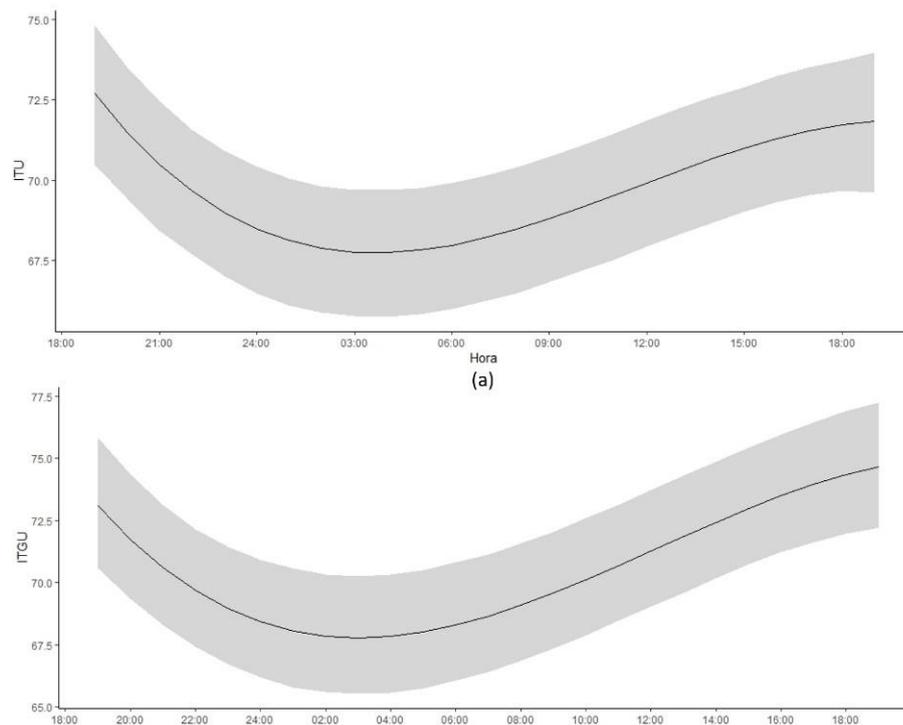


Figura 5-Valores de índice de temperatura de globo negro e umidade – ITGU e índice de temperatura e umidade – ITU

No que se refere ao ITGU, os valores médios apresentaram mudanças de 68 a 74,5. Esses valores indicam que o ITGU esteve dentro da faixa de conforto térmico para os animais. Segundo o National Weather Service (2012) valores de ITGU para

vacas abaixo de 74, representam condição de conforto térmico; de 75 a 78, alerta; entre 79 a 84, perigo e acima de 84 indicam situação de emergência.

Para a variável ITU do ambiente interno do galpão, os valores foram inferiores a 68 no período da 1:30 e 6:00 horas, e valores entre 68 a 75 nos demais horários do dia. De acordo com Hahn (1985), o valor de ITU igual ou inferior a 70 apontam condições ideais; para os valores de 71 a 78 representado estado crítico; de 78 a 83 situação de perigo e acima de 83 estado de emergência.

Sendo assim, se elevado os valores de ITU no horário das 01:30 às 06:00 horas os animais podem ter expressado respostas fisiológicas e comportamentais que indiquem uma tentativa de acabar com estresse térmico, devido ao armazenamento do acúmulo da carga térmica adquirida durante o dia.

## 4.2 COMPORTAMENTO ANIMAL

Com base na inferência bayesiana as vacas multíparas e primíparas apresentaram diferença comportamental para o ato de comer ao decorrer das horas do dia ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2).

TABELA 2 - Estimativas a posteriori de parâmetros (média  $\pm$  desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de comer de vacas primíparas e multíparas

Parâmetro	Média $\pm$ Desvio Padrão	Percentil		Significância
		2.50%	97.50%	
<b>COMENDO</b>				
$\alpha$ (Tratamento 1)	-0,651 $\pm$ 0,16	-0,975	-0,338	*
$\alpha$ (Tratamento 2)	-1,111 $\pm$ 0,14	-1,388	-0,829	*
$\beta$ (Tratamento 1)	0,183 $\pm$ 0,028	-0,236	-0,128	*
$\beta$ (Tratamento 2)	0,0554 $\pm$ 0,018	-0,0909	-0,0206	*
$\pi$ (Tratamento 1)	-0,0000973 $\pm$ 0,000016	-0,000129	-0,0000649	*
$\pi$ (Tratamento 2)	-0,0000183 $\pm$ 0,0000093	-0,0000372	-0,00000830	*
$\rho$ (Tratamento 1)	0,00848 $\pm$ 0,0013	0,00600	0,0109	*
$\rho$ (Tratamento 2)	-0,00233 $\pm$ 0,00072	0,000950	0,00380	*
$\Delta$ ( $\alpha$ )	0,460 $\pm$ 0,022	0,0422	0,889	*
$\Delta$ ( $\beta$ )	-0,128 $\pm$ 0,033	-0,191	-0,0631	*
$\Delta$ ( $\pi$ )	0,0000790 $\pm$ 0,0000188	-0,000115	-0,0000413	*
$\Delta$ ( $\rho$ )	0,00614 $\pm$ 0,00146	0,00324	0,00894	*

Tratamento 1 = Primíparas; Tratamento 2 = Multíparas; NS = Não significativo.

\* Significativo com base em comparações bayesianas ( $P < 0,05$ )

Para as vacas primíparas a maior probabilidade do comportamento de comer ocorreu entre às 9:00 e 15:00 horas, enquanto as vacas múltíparas manifestaram esse comportamento com maior frequência entre às 20:00 e 8:00horas (Figura 6).

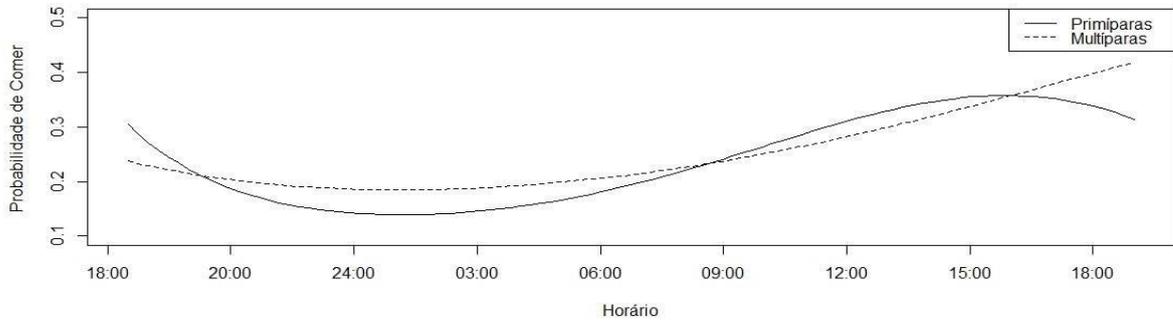


Figura 6-Probabilidade de comer de vacas primíparas (linha contínua) e múltíparas (linha tracejada) em sistema compost barn

As vacas primíparas retrata maior probabilidade de comer nos horários mais quentes do dia, enquanto vacas múltíparas realizam tal comportamento nos períodos mais frescos, correspondendo aos menores valores de ITGU.

De acordo com Azevedo e Alves (2009), as vacas de maior produtividade têm seu metabolismo mais acelerado e conseqüentemente maior produção de calor endógeno. Tal fato faz com que esses animais suspendam o consumo de alimentos nos horários mais quentes do dia, como maneira de amenizar a produção de calor metabólico e evitar estresse térmico (PERERA et al., 1986).

As vacas múltíparas apresentaram maior probabilidade de se alimentar nos períodos com menores valores de ITU e ITGU, por serem dominantes, fazendo com que as primíparas se alimentassem nos horários com maiores valores dos índices.

Para o comportamento de ingestão de água houve diferença entre os tratamentos no decorrer das horas do dia ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3).

TABELA 3 - Estimativas a posteriori de parâmetros (média  $\pm$  desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de ingerir água de vacas primíparas e múltíparas

Parâmetro	Média $\pm$ Desvio Padrão	Percentil		Significância
		2.50%	97.50%	
INGERIR ÁGUA				
$\alpha$ (Tratamento 1)	-1,185 $\pm$ 0,24	-1,659	-0,708	*
$\alpha$ (Tratamento 2)	-2,028 $\pm$ 0,23	-2,249	-1,572	*
$\beta$ (Tratamento 1)	-0,281 $\pm$ 0,041	-0,364	-0,200	*

$\beta$ (Tratamento 2)	$-0,0710 \pm 0,018$	-0,125	-0,0146	*
$\pi$ (Tratamento 1)	$-0,000107 \pm 0,000025$	-0,000157	-0,0000560	*
$\pi$ (Tratamento 2)	$0,0000152 \pm 0,000015$	-0,0000141	0,0000451	*
$\rho$ (Tratamento 1)	$0,0107 \pm 0,0019$	0,00700	0,0145	*
$\rho$ (Tratamento 2)	$0,000978 \pm 0,0018$	-0,00141	0,00326	NS
$\Delta$ ( $\alpha$ )	$0,843 \pm 0,334$	0,195	1,503	*
$\Delta$ ( $\beta$ )	$-0,210 \pm 0,0000291$	-0,309	-0,116	*
$\Delta$ ( $\pi$ )	$-0,000122 \pm 0,00225$	-0,000182	-0,0000670	*
$\Delta$ ( $\rho$ )	$0,00976 \pm 0,00225$	0,00549	0,0143	*

Tratamento 1 = Primíparas; Tratamento 2 = Multíparas; NS = Não significativo.

\* Significativo com base em comparações bayesianas ( $P < 0,05$ )

Para o comportamento de ingestão de água, ocorreu maior probabilidade nos períodos após ao fornecimento de ração e ordenha. As multíparas apresentaram maior probabilidade desse comportamento nos períodos mais frescos e as primíparas no período mais quente do dia (Figura 7).

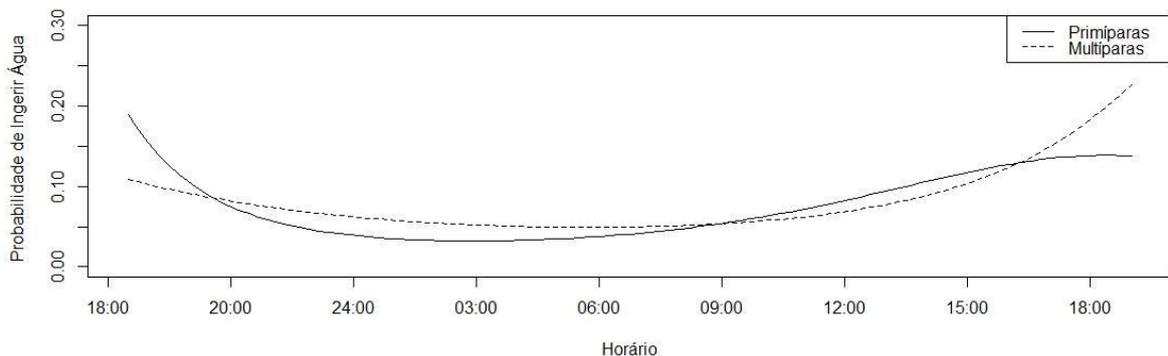


Figura 7-Probabilidade de ingerir água de vacas primíparas (linha contínua) e multíparas (linha tracejada) em sistema compost barn

Também foi observado similaridade do comportamento de ingestão de água nos horários posteriores a ordenha e alimentação. Para Pizzato et al. (2007), há um maior consumo de água logo após o consumo de concentrado. Já para Campos (2006), para vacas leiteiras, cerca de 40 a 50 % do consumo de água ocorre logo após a ordenha. Tal fato é explicado pela desidratação temporária ocasionada pela retirada do leite (CARDOT; LE ROUX; JURJANZ, 2008).

Com base em comparações bayesianas houve diferença entre os tratamentos para o comportamento de andar ( $P < 0,05$ ) (Tabela 4).

TABELA 4-Estimativas a posteriori de parâmetros (média  $\pm$  desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de andar de vacas primíparas e multíparas

Parâmetro	Média $\pm$ Desvio Padrão	Percentil		Significância
		2.50%	97.50%	
ANDAR				
$\alpha$ (Tratamento 1)	-1,185 $\pm$ 0,24	-1,659	-0,708	*
$\alpha$ (Tratamento 2)	-2,028 $\pm$ 0,23	-2,487	-1,572	*
$\beta$ (Tratamento 1)	-0,281 $\pm$ 0,041	-3,641	p-0,200	*
$\beta$ (Tratamento 2)	-0,0710 $\pm$ 0,028	-0,125	-0,0145	*
$\pi$ (Tratamento 1)	-0,000107 $\pm$ 0,00025	-0,000157	-0,0000599	*
$\pi$ (Tratamento 2)	0,0000152 $\pm$ 0,000015	-0,0000142	0,0000451	NS
$\rho$ (Tratamento 1)	0,0107 $\pm$ 0,00191	0,00700	0,0146	*
$\rho$ (Tratamento 2)	0,000978 $\pm$ 0,0012	-0,00141	0,00326	NS
$\Delta$ ( $\alpha$ )	0,842 $\pm$ 0,33	0,195	1,503	*
$\Delta$ ( $\beta$ )	-0,210 $\pm$ 0,050	-0,309	-0,116	*
$\Delta$ ( $\pi$ )	-0,000123 $\pm$ 0,000029	-0,000182	-0,0000670	*
$\Delta$ ( $\rho$ )	0,00976 $\pm$ 0,0023	0,00549	0,0143	*

Tratamento 1 = Primíparas; Tratamento 2 = Multíparas; NS = Não significativo.

\* Significativo com base em comparações bayesianas ( $P < 0,05$ )

Para o comportamento de andar, em relação as multíparas e primíparas, as multíparas expressam maior probabilidade de realizar o comportamento de andar. (Figura 8).

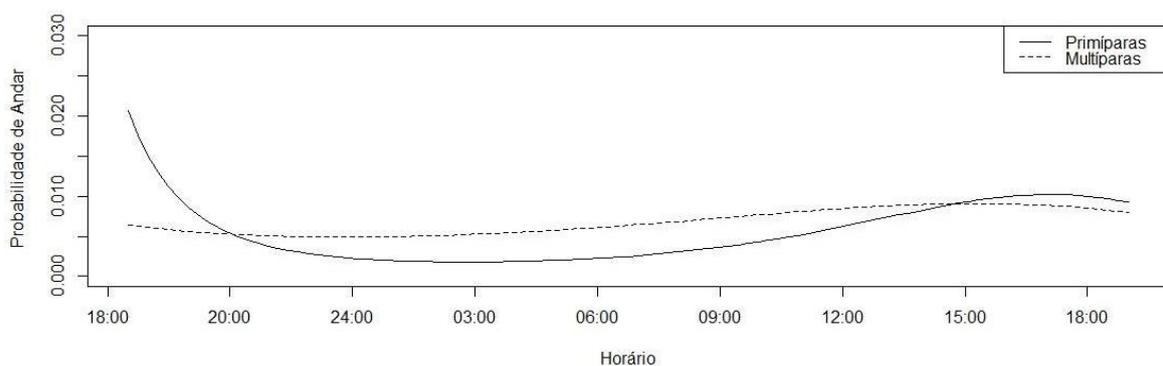


Figura 8-Probabilidade de andar de vacas primíparas (linha contínua) e multíparas (linha tracejada) em sistema compost barn

A probabilidade do comportamento de andar, foi maior para vacas multíparas, o que pode ter relação com a maior produção de leite, peso corporal e metabolismo mais acelerado fazendo com que realizassem o comportamento na busca de locais que trouxessem mais conforto, se expondo mais a ventilação .

O comportamento de ócio em pé, não houve diferença entre os tratamentos ao longo das horas do dia ( $P < 0,05$ ). Para o

comportamento de ócio deitado houve diferença entre os tratamentos ao decorrer das horas do dia (Tabela 5).

TABELA 5- Estimativas a posteriori de parâmetros (média  $\pm$  desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de ócio em pé e ócio deitado de vacas primíparas e multíparas

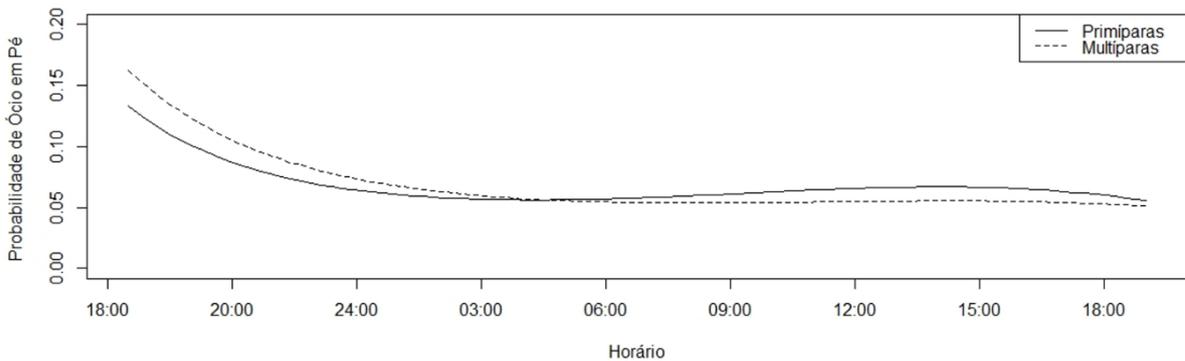
Parâmetro	Média $\pm$ Desvio Padrão	Percentil		Significância
		2.50%	97.50%	
<b>ÓCIO EM PÉ</b>				
$\alpha$ (Tratamento 1)	-1,751 $\pm$ 0,24	-2,240	-1,281	*
$\alpha$ (Tratamento 2)	-1,518 $\pm$ 0,18	-1,889	-1,171	*
$\beta$ (Tratamento 1)	-0,125 $\pm$ 0,01	-0,205	-0,044	*
$\beta$ (Tratamento 2)	-0,124 $\pm$ 0,02	-0,170	-0,076	*
$\pi$ (Tratamento 1)	-0,0000504 $\pm$ 0,000026	-0,000101	-0,00000756	*
$\pi$ (Tratamento 2)	-0,0000359 $\pm$ 0,000013	-0,0000622	-0,00000889	*
$\rho$ (Tratamento 1)	0,00469 $\pm$ 0,0019	-0,000850	-0,00839	*
$\rho$ (Tratamento 2)	0,00371 $\pm$ 0,00099	-0,00176	-0,00562	*
$\Delta$ ( $\alpha$ )	-0,233 $\pm$ 0,300	-0,831	0,349	NS
$\Delta$ ( $\beta$ )	-0,0000104 $\pm$ 0,0471	-0,0933	0,0904	NS
$\Delta$ ( $\pi$ )	-0,0000145 $\pm$ 0,0000292	-0,0000723	0,0000415	NS
$\Delta$ ( $\rho$ )	0,000878 $\pm$ 0,00217	-0,00329	0,00509	NS
<b>ÓCIO DEITADO</b>				
$\alpha$ (Tratamento 1)	-2,868 $\pm$ 0,21	-3,278	-2,462	*
$\alpha$ (Tratamento 2)	-1,964 $\pm$ 0,15	-2,273	-1,666	*
$\beta$ (Tratamento 1)	0,294 $\pm$ 0,03	0,231	0,356	*
$\beta$ (Tratamento 2)	-0,112 $\pm$ 0,02	0,073	0,151	*
$\pi$ (Tratamento 1)	0,000121 $\pm$ 0,000019	0,0000846	0,000157	*
$\pi$ (Tratamento 2)	0,0000128 $\pm$ 0,000011	-0,00000895	0,0000347	NS
$\rho$ (Tratamento 1)	-0,0115 $\pm$ 0,0014	-0,0143	-0,00868	*
$\rho$ (Tratamento 2)	-0,00310 $\pm$ 0,00084	-0,00473	-0,00144	*
$\Delta$ ( $\alpha$ )	-0,902 $\pm$ 0,257	-1,410	-0,402	*
$\Delta$ ( $\beta$ )	0,182 $\pm$ 0,0378	0,109	0,258	*
$\Delta$ ( $\pi$ )	0,000109 $\pm$ 0,0000217	0,0000663	0,000150	*
$\Delta$ ( $\rho$ )	-0,00840 $\pm$ 0,00217	-0,0116	-0,00518	*

Tratamento 1 = Primíparas; Tratamento 2 = Multíparas; NS = Não significativo.

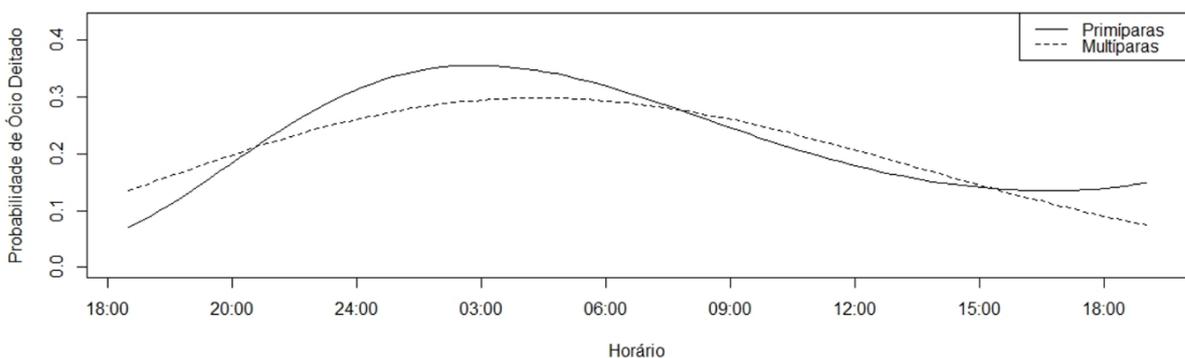
\* Significativo com base em comparações bayesianas ( $P < 0,05$ )

Para os comportamentos de ócio em pé e ócio deitado, apresentaram relação com os valores dos índices de conforto térmico (ITU e ITGU). Para o comportamento

de ócio em pé, teve maior ocorrência nos horários das 18:00 as 24:00 horas, tendo relação com os maiores valores dos índices de conforto térmico. O comportamento de ócio deitado coincidiu com os menores valores de índices de conforto térmico, que se deu entre as 24:00 as 6:00 horas (Figura 9).



(a)



(b)

Figura 9-Probabilidade de ócio em pé (a) e ócio deitado (b) de vacas primíparas (linha contínua) e múltiparas (linha tracejada) em sistema compost barn

Para ambos os grupos, a maior probabilidade para o comportamento de ócio em pé se deu próximo aos horários de maior probabilidade para o comportamento de comer. Esse comportamento se deve ao fato que logo após o consumo de alimento há um aumento da produção de calor metabólico, assim, de acordo com Bewley et al. (2009), os animais tendem a se posicionar por mais tempo em pé para aumentar a exposição da pele ao fluxo de ar e aumentar a perda de calor.

No que diz respeito ao comportamento de ruminar em pé e ruminar deitado, esses também foram influenciados pelas condições térmicas do ambiente, contudo, não houve diferença entre os tratamentos sob o ponto de vista de comparações bayesianas (Tabela 6).

TABELA 6 - Estimativas a posteriori de parâmetros (média  $\pm$  desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de ruminando em pé e ruminando deitado de vacas primíparas e multíparas

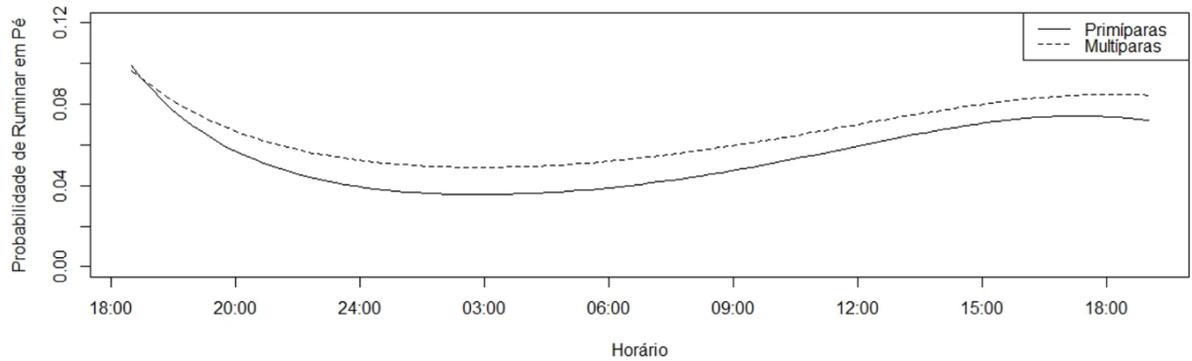
Parâmetro	Média $\pm$ Desvio Padrão	Percentil		Significância
		2.50%	97.50%	
RUMINANDO EM PÉ				
$\alpha$ (Tratamento 1)	-2,053 $\pm$ 0,29	-2,634	-1,514	*
$\alpha$ (Tratamento 2)	-2,132 $\pm$ 0,23	-2,604	-1,677	*
$\beta$ (Tratamento 1)	-0,160 $\pm$ 0,04	-0,252	-0,0628	*
$\beta$ (Tratamento 2)	-0,107 $\pm$ 0,02	-0,158	-0,0552	*
$\pi$ (Tratamento 1)	-0,0000646 $\pm$ 0,000029	-0,000120	-0,00000839	*
$\pi$ (Tratamento 2)	-0,0000416 $\pm$ 0,000014	-0,0000690	-0,0000139	*
$\rho$ (Tratamento 1)	0,00624 $\pm$ 0,0023	0,00184	0,0104	*
$\rho$ (Tratamento 2)	0,00412 $\pm$ 0,0010	0,00203	0,00619	*
$\Delta$ ( $\alpha$ )	0,0798 $\pm$ 0,37	-0,674	0,799	NS
$\Delta$ ( $\beta$ )	-0,0536 $\pm$ 0,055	-0,159	0,0574	NS
$\Delta$ ( $\pi$ )	-0,0000230 $\pm$ 0,0000324	-0,0000876	0,0000401	NS
$\Delta$ ( $\rho$ )	0,00212 $\pm$ 0,00248	-0,00298	0,00698	NS
RUMINANDO DEITADO				
$\alpha$ (Tratamento 1)	-1,174 $\pm$ 0,15	-1,479	-0,875	*
$\alpha$ (Tratamento 2)	-1,401 $\pm$ 0,17	-1,742	-1,080	*
$\beta$ (Tratamento 1)	0,0856 $\pm$ 0,026	0,0360	0,136	*
$\beta$ (Tratamento 2)	0,0832 $\pm$ 0,019	0,0449	0,123	*
$\pi$ (Tratamento 1)	0,0000307 $\pm$ 0,000016	-0,00000107	0,0000635	NS
$\pi$ (Tratamento 2)	0,0000196 $\pm$ 0,000012	-0,00000273	0,0000428	NS
$\rho$ (Tratamento 1)	-0,00349 $\pm$ 0,0012	-0,00586	-0,00114	*
$\rho$ (Tratamento 2)	-0,00296 $\pm$ 0,00086	-0,00470	-0,00129	*
$\Delta$ ( $\alpha$ )	0,227 $\pm$ 0,23	-0,214	0,671	NS
$\Delta$ ( $\beta$ )	0,00236 $\pm$ 0,033	-0,0611	0,0662	NS
$\Delta$ ( $\pi$ )	0,0000110 $\pm$ 0,0000200	-0,0000278	0,0000506	NS
$\Delta$ ( $\rho$ )	-0,000532 $\pm$ 0,00149	-0,00348	0,00234	NS

Tratamento 1 = Primíparas; Tratamento 2 = Multíparas; NS = Não significativo.

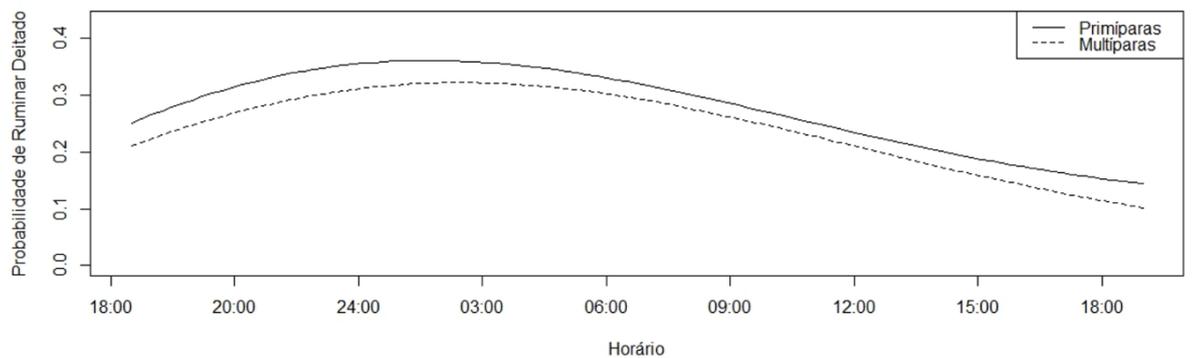
\* Significativo com base em comparações bayesianas ( $P < 0,05$ )

O comportamento de ruminar em pé, teve interação com os valores dos índices de conforto térmico, ocorrendo maior comportamento com o aumento dos valores dos índices de conforto térmico. Do contrário, o comportamento de ruminar deitado

demonstrou maior probabilidade de ocorrer correspondendo aos períodos de menores valores dos índices (Figura 10).



(a)



(b)

Figura 10 – Probabilidade de ruminar em pé (a) e ruminar deitado (b) de vacas primíparas (linha contínua) e múltíparas (linha tracejada) em sistema compost barn

Para Laganá et al. (2005), no geral, os bovinos preferem ruminar deitados, entretanto, nos períodos mais quentes do dia passam mais tempo ruminando em pé. Para Pilatti et al. (2018), nos horários de maior desconforto térmico as vacas leiteiras permanecem mais tempo em pé para facilitar a perda de calor por convecção e evaporação. Tal fato foi observado na presente pesquisa, embora que os valores encontrados para o ITU e ITGU não indicassem grande desconforto térmico o que indica que mesmo em situações em que o estresse térmico não está presente, os animais se antecipam e recorrem a mecanismos comportamentais como estratégia para evitar maiores danos.

Com base em comparações bayesianas ( $P < 0,05$ ) o comportamento de ofego apresentou baixa probabilidade de ocorrência, não havendo diferença entre os tratamentos ao decorrer das horas do dia (Tabela 07).

TABELA 7 - Estimativas a posteriori de parâmetros (média  $\pm$  desvio padrão e intervalo de credibilidade) do comportamento de ofegar de vacas primíparas e múltíparas)

Parâmetro	Média $\pm$ Desvio Padrão	Percentil		Significância
		2.50%	97.50%	
<b>OFEGO</b>				
$\alpha$ (Tratamento 1)	-4,446 $\pm$ 0,60	-5,635	-3,238	*
$\alpha$ (Tratamento 2)	-5,093 $\pm$ 0,77	-6,758	-3,668	*
$\beta$ (Tratamento 1)	0,0177 $\pm$ 0,096	-0,164	0,212	NS
$\beta$ (Tratamento 2)	0,0677 $\pm$ 0,099	-0,123	0,281	NS
$\pi$ (Tratamento 1)	0,0000656 $\pm$ 0,000061	-0,0000552	0,000188	NS
$\pi$ (Tratamento 2)	0,00000732 $\pm$ 0,0000708	-0,000125	0,000153	NS
$\rho$ (Tratamento 1)	-0,00383 $\pm$ 0,0046	-0,0130	0,00518	NS
$\rho$ (Tratamento 2)	-0,00303 $\pm$ 0,0047	-0,0131	0,00550	NS
$\Delta$ ( $\alpha$ )	0,647 $\pm$ 1,017	-1,278	2,77	NS
$\Delta$ ( $\beta$ )	-0,040 $\pm$ 0,14	-0,323	0,226	NS
$\Delta$ ( $\pi$ )	0,0000582 $\pm$ 0,000095	-0,000124	0,000247	NS
$\Delta$ ( $\rho$ )	-0,000803 $\pm$ 0,0066	-0,0137	0,0123	NS

Tratamento 1 = Primíparas; Tratamento 2 = Múltíparas; NS = Não significativo.

\* Significativo com base em comparações bayesianas ( $P < 0,05$ )

Como forma de dissipação de calor, ocorre aumento nos mecanismos fisiológicos como maior frequência respiratória e ofegação, no entanto esses mecanismos resultam em uma maior manutenção diária para os bovinos leiteiros, podendo trazer aumento na produção de calor e danos aos animais (KADZERE et al., 2002) (Figura 11).

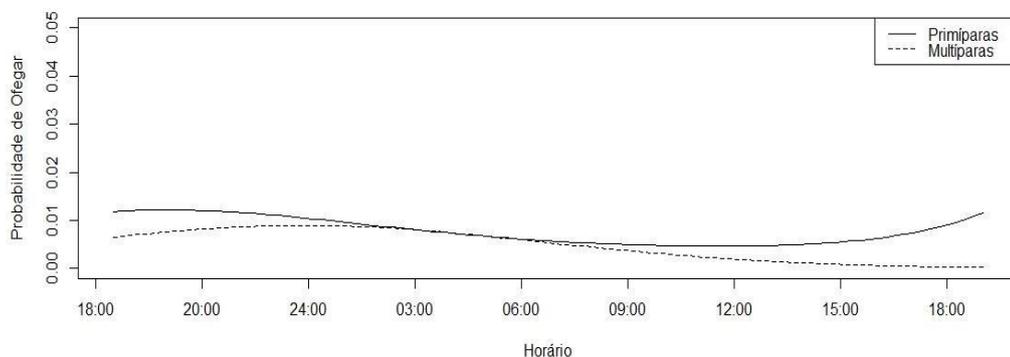


Figura 11 - Probabilidade de ofegar de vacas primíparas (linha contínua) e múltíparas (linha tracejada) em sistema compost barn.

O comportamento de ofegar apresentou baixa probabilidade, o que sugere que os animais que encontravam em conforto térmico, devido as boas condições térmicas do galpão.

## 5. CONCLUSÃO

Nas condições em que esse estudo foi realizado, o comportamento de vacas leiteiras é influenciado pelo ambiente térmico do galpão *compost barn*, com vacas múltiparas demonstrando possuir dominância sobre as primíparas.

O *compost barn* apresenta condições que o apontam como importante sistema de criação capaz de fornecer condições para que vacas leiteiras estejam em conforto térmico e melhorem o bem-estar.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, L.A. et al. Climatização na pré-ordenha de vacas girolando no inverno semiárido. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.10, p.1072-1078, 2014.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. . **Journal of Dairy Science**. v.77, p. 2044–2050, 1994.
- ARNOLD, G. W.; DUDZINSKI, M. L. (1978). **Ethology of free-ranging domestic animals**. Elsevier Scientific Publishing Company, 1978. 198p.
- AZEVEDO, D.M.M.R. e ALVES, A.A. **Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos**. Series Documentos n. °188. EMBRAPA Meio-norte, Teresina, PI, 2009.
- BACCARI JR., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p.
- BACCARI, F. Jr. **Adaptação de Sistemas de Manejo na Produção de Leite em Clima Quente**. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na Produção de Leite**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 24-65.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. Viçosa: Editora UFV, p. 245. 1997.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Ed. UFV, 2010.
- BARROS, P. C. de; OLIVEIRA, V. de; CHAMBÓ, E. D.; SOUZA, L. C. de. **Aspectos práticos da termorregulação em suínos**. *Nutritime*, v. 7, n. 3, p. 1248-1253, 2010.
- BEWLEY, J. M.; TARABA, J. L. **Compost-bedded pack barns in Kentucky**. University of Kentucky Cooperative Extension Service Factsheet ID-178, 2009.
- BLACKSHAW, J.K. **Notes on Some Topics in Applied Animal Behaviour**. 3ed .Animal Behavior. Queensland Austrália, 2003.
- BOND, G.B.; ALMEIDA, R.D.; OSTRENSKY, A.; MOLENTO, C.F.M. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. *Ciência Rural*, v.42, n.7, 2012.
- BRIDI, A. M. Adaptação e aclimação animal. 2010. Disponível em:< [http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia\\_arquivos/EfeitosdoAmbienteTropic\\_alsobreProducaoAnimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/EfeitosdoAmbienteTropic_alsobreProducaoAnimal.pdf)>. Acesso: 18 maior de 2018.
- BROOM, D. M.; FRASER, A.F. **Domestic Animal Behaviour and Welfare**. Ed.4, Wallingford: CAB International, pp.180-207, 2007.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e aspectos principais. **Archive Veterinare Science**, v. 9, p. 1-11, 2004.

BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-0714, 1981.

CAMPOS, A. T. **Determinação dos índices de conforto térmico e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão** para Viçosa–MG. Viçosa, MG: UFV, 1986.

CAMPOS, A.T. **Importância da água para bovinos de leite**. EMBRAPA: Instrução Técnica para o produtor de leite. Juiz de Fora, 2006.

CARDOT, V.; LE ROUX, Y.; JURJANZ, S. **Drinking behavior of lactating dairy cows and prediction of their water intake**. Journal of dairy science, v. 91, n. 6, p. 2257-2264, 2008.

CHADDAD, F.R. Estratégias competitivas para produtores de leite. In:18º **Encontro Técnico do Leite**, Campo Grande. 2015.

DAMASCENO, F.A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. Tese (Agricultural Engineering's) Engineering's Graduate Program, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012

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

DANTAS, M. R. T. et al. Termorregulação de bovinos em ambiente tropical: uma abordagem com ênfase nas respostas fisiológicas. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 7, Ed. 194, Art. 1306, 2012.

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.

FAÇANHA, D. A. E. et al. Produção de leite e respostas fisiológicas de vacas da raça Holandesa em ambiente quente. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 3, p. 208-215, 2016.

FERREIRA, F. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 732-738, 2006.

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

HAHN, G. L. **Compensatory performance in livestock: influences**. Stress physiology in livestock. V2, 1985.

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

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

KRAWCZEL, Peter; GRANT, Rick. **Effects of cow comfort on milk quality, productivity and behavior**. In: NMC Annual Meeting Proceedings. 2009.

LAGANÁ, C. et al. **Respostas comportamentais de vacas holandesas de alta produção criadas em ambientes quentes, mediante ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.6, n.2, p.67-76, 2005.

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação**. Tese de doutorado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP SP, 2004.

MILANI, A.P; SOUZA, F.A. Granjas leiteiras na região de Ribeirão Preto-SP. **Engenharia Agrícola**, 2010.

NÄÄS, I.D.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. 1 ed. São Paulo: Icone Editora Ltda., 1989, 183p

NÓBREGA, G. H. et al. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2011.

OFNER-SCHRÖCK, E. et al. Compost Barns for Dairy Cows—Aspects of Animal Welfare. **Open Journal of Animal Sciences**, v. 5, n. 02, p. 124, 2015.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; COSTA E SILVA, E.V. **Aspectos básicos do comportamento social de bovinos**. Revista Brasileira de Reprodução Animal, Belo Horizonte, v. 31, n. 2, p.172-176, abr./jun. 2007.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; NASCIMENTO JR., A.F. Stress e comportamento. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 11, FMVZ / USP, 1986, Pirassununga. Anais... Pirassununga: USP, 1986.

PEREIRA, E. S et al, I. Y. 2010. **Novilhas leiteiras**. Graphiti Gráfica e Editora Ltda, Fortaleza, Ceará.

PERERA, K. S et al. **Effect of season and stage of lactation on performance of Holstein**. Journal Dairy Science, Champaign, v. 69, p. 228-236, 1986.

PILATTI, J. A. et al. **O comportamento diurno e o bem-estar de vacas em sistema de confinamento compost barn**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PIRES, M. F. A., et al. **Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação**. *Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite*, 1998, 1: 68-102.

RAMOS, M. C. Análise da viabilidade econômica na produção de leite em sistemas de confinamento free-stall. 2015. 151 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

REZELMAN, J. A. 1993. **History of Barns**, The crooked lake review.

RODRIGUES, A. L. et al. **Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras**. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 6, n. 02, p. 14-22, 2010.

SHANE, E. M. et al. Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: a descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 26, n. 3, p. 465-473, 2010.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000, 286p.

SILVA, Roberto Gomes da; MORAIS, Débora Andréa Evangelista Façanha; GUILHERMINO, Magda Maria. **Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 4, p. 1192-1198, 2007.

SIQUEIRA, A. V. **Instalação do Tipo "Compost Barn" Para Confinamento de Vacas Leiteiras**. Trabalho de Conclusão de Curso. Zootecnia. UF LA. 2013.

Disponível em: <<http://gadoholandes.com/jornal/wp-content/uploads/2016/07/Compost-Barn-2016.pdf>>. Acesso em: novembro de 2018.

STRICKLIN, W. R.; KAUTZ-SCANAVY, C. C. **The role of behavior in cattle production: a review of research**. *Applied Animal Ethology*, v. 11, n. 4, p. 359-390, 1984.

TAKAHASHI, L. S. et al. **Bioclimatologia zootécnica**. Unesp, Jaboticabal, 2009.

THOM, E. C. Cooling degree - day air conditioning, heating and ventilating. *Transactions of the ASAE*, v.55, n.7, p.65-72, 1958.

TITTO, E.A.L. Clima: **influência na produção de leite**. Piracicaba, SP, 1998. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 10 – 23.

TORRES-JÚNIOR, J. R. S. et al. Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology*, v. 69, n. 2, p. 155-166,

WEST, J. W. **Effects of heat-stress on production in dairy cattle**. *Journal of dairy science*, v. 86, n. 6, p. 2131-2144, 2003.

JANNI KA, Endres MI, Reneau JK & Schoper WW (2007) Compost dairy barn layout and management recommendations. *Applied Engineering in Agriculture*, 23:97–102.