



JÚLIO CÉSAR DE OLIVEIRA ROSA

**BEM-ESTAR E COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS
CRIADAS EM INSTALAÇÕES *COMPOST BARN***

**LAVRAS-MG
2021**

JÚLIO CÉSAR DE OLIVEIRA ROSA

**BEM-ESTAR E COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS CRIADAS EM
INSTALAÇÕES *COMPOST BARN***

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Agrícola para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Flávio Alves Damasceno
Orientador

**LAVRAS-MG
2021**

JÚLIO CÉSAR DE OLIVEIRA ROSA

**BEM-ESTAR E COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS CRIADAS EM
INSTALAÇÕES *COMPOST BARN***

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Agrícola para a
obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 05 de Março de 2021

Dr. Flávio Alves Damasceno UFLA

MSc. Rafaella Resende Andrade UFV

Dr. Leonardo Schiassi UFLA

Prof. Dr. Flávio Alves Damasceno
Orientador

**LAVRAS-MG
2021**

*“Quem tem medo de perder,
perde a coragem de ganhar”.*

José Frederico da Rosa

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre a Deus, não só por este trabalho concluído, mas por todas as graças concedidas e objetivos concluídos. Agradeço a minha mãe Ana Lazara que nunca mediu esforços para me proporcionar tudo o que era necessário e muito mais, sempre me incentivando. Ao meu pai Júlio Cesar por todo o suporte necessário. As minhas irmãs Ana Livia e Juliana que me apoiaram e me incentivavam a todo momento. Agradeço ao “Zé” (in memoriam), por sua humildade e simplicidade e que mesmo não estando presente fisicamente, sempre foi fonte de inspiração e força para continuar, gratidão. Aos meus grandes amigos Otavio e Raphael que me ajudaram a ser uma pessoa resiliente quando pensava em desistir e me apoiavam muito. A minha namorada Laura, por todo companheirismo, amor e entendimento compartilhado nestes anos. Aos companheiros Gabriel, Jose Victor, Adriano, Luis Paulo, Glauber da republica Copo Furado, por todas as tristezas, alegrias e emoções compartilhadas neste tempo que me fizeram chegar até aqui. A minha “Vó Cida”, por todo carinho entregue a mim. Aos amigos Caio, Robert e Amanda pelos momentos inesquecíveis durante este tempo. Agradeço também a Universidade Federal de Lavras, a Enagri Junior e ao PET Engenharia Agrícola, por todo imensurável crescimento e conhecimentos agregados neste período. Também ao professor e orientador Dr. Flavio Alves Damasceno pela oportunidade e confiança neste trabalho de pesquisa.

RESUMO

O bem-estar dos bovinos de leite em um sistema de confinamento é afetado por diversas razões, sendo o ambiente térmico um dos principais fatores de influência na produção e qualidade do leite. Para avaliar se as instalações estão possibilitando condições propícias de ambiências, um dos parâmetros mais utilizados é a observação do comportamento dos animais confinados. As instalações do tipo *Compost Barn (CB)* se caracterizam por ser um sistema de confinamento desenvolvido para a criação de bovinos de leite justamente com o fito de aumentar o índice de bem-estar dos animais confinados, mormente na diminuição do estresse térmico. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de vacas leiteiras alojadas numa instalação *Compost Barn*, durante o período de verão do ano 2020. O trabalho foi desenvolvido na cidade de Itaguara – MG, onde foram monitoradas 23 vacas, separadas como o lote de maior produção, durante dois dias, de maneira indireta, por meio de filmagens de uma câmera instalada dentro do galpão CB. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados a cada 10 minutos através de 4 sensores/registadores, e posteriormente foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Os comportamentos dos animais foram analisados em intervalos variando de 2 a 10 minutos, de acordo com a disponibilidade das filmagens, com interrupção em horários de ordenha e revolvimento da cama. Foram quantificados e observados os padrões comportamentais, animais em pé, presença no bebedouro, em atividade de alimentação e vacas deitadas. Os resultados indicaram que o ITU médio do primeiro dia foi de 73,04 e os animais ficaram 16,31% do tempo em pé, 58,65% deitadas, 2,33% bebendo água e 22,71% em alimentação. Já no segundo dia, o ITU médio foi de 69,22 e os animais ficaram 13,07% em pé, 64,09% deitadas, 1,99% bebendo água e 20,86% em alimentação. Com base nos resultados, pode-se concluir que as vacas apresentaram comportamento predominante de ficarem deitadas ou se alimentando sendo que esses indicam estado de conforto. Assim, em grande parte do período analisado, os animais ficaram submetidos a um ambiente sem estresse térmico ou estresse ameno.

Palavras-chave: *Compost Barn*. Conforto Animal. Índice de Temperatura e Umidade. Comportamento Animal.

ABSTRACT

The livestock breeding systems directly interfere with the welfare of confined animals, mainly influencing in the suffered stress. Likewise, the cattle behavior is the best parameter to show if the facilities are enabling favorable environmental conditions. The Compost Barn is a method developed aiming precisely the welfare index of the confined animals, especially by reducing thermal stress. The purpose of this work was to classify the behavior of dairy cows in a Compost Barn facility during the summer time. The work was developed in Itaguara city, in the state of Minas Gerais, where twenty three cows were monitored, splitted as the batch with the highest production, for two days, indirectly, through the footage of an installed video camera inside the barn. The temperature and relative humidity were registred every 10 minutes through 4 sensors/registers, for subsequent calculation of the temperature and humidity index. The behaviors were analyzed in 2 to 10 minutes intervals, according to the footage availability, with interruption in milking and bedding times. The behavior was divided between standing animals, drinking water, feeding and lying. The results indicate that the temperature and humidity index average was 73.04 and the animals were standing during 16.31% of the time, lying down during 58.65%, drinking water during 2.33% and feeding during 22.71%. On the second day, the average temperature and humidity index was 69.22 and the animals were standing during 13.07% of the time, lying down during 64.09%, drinking water during 1.99% and feeding during 20.86%. Based on the results, it can be concluded that the cows had shown a predominant behavior of lying down or feeding and these indicate a state of comfort. Thus, in much of the analyzed period, the animals were subjected to an environment without thermal stress or mild stress.

Keywords: *Compost Barn*. Animal Comfort. Temperature and Humidity index. Animal Behavior.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação entre o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e a quantidade de animais deitados referentes ao primeiro dia.....	26
Gráfico 2 – Relação entre o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e a quantidade de animais deitados referentes ao segundo dia.....	26
Gráfico 3 – Valores de Temperatura (°C), compreendidos no intervalo das 00:00 às 06:00 horas, dos dois dias analisados.....	29
Gráfico 4 – Valores de Umidade Relativa do ar (%), compreendidos no intervalo das 00:00 às 06:00 horas, dos dois dias analisados.....	29
Gráfico 5 – Relação diária da frequência de acesso dos animais ao bebedouro do primeiro dia analisado.	30
Gráfico 6 – Relação diária da frequência de acesso dos animais ao bebedouro do segundo dia analisado.....	30
Gráfico 7 – Frequência dos animais no coxo de alimentação durante o primeiro dia analisado.....	31
Gráfico 8 – Frequência dos animais no coxo de alimentação durante o segundo dia analisado.....	32
Gráfico 9 – Valores de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) durante o primeiro dia analisado.....	33
Gráfico 10 – Valores de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) durante o segundo dia analisado.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de desconforto térmico com base no ITU para vacas holandesas.....	16
Tabela 2 – Média dos valores de ITU, Temperatura do ar e Umidade Relativa do ar compreendidos no intervalo das 00:00 às 06:00 horas do primeiro dia avaliado.....	27
Tabela 3 – Média dos valores de ITU, Temperatura do ar e Umidade Relativa do ar compreendidos no intervalo das 00:00 às 06:00 horas do segundo dia avaliado.....	28
Tabela 4 – Valores de Índice de Temperatura e Umidade dos dois dias analisados.....	34
Tabela 5 – Quantidade de animais em pé (em %) em relação as temperaturas médias, tanto para o primeiro quanto para o segundo dia.....	34
Tabela 6 – Quantidade de animais em pé (em %) em relação as temperaturas médias compreendidas no intervalo das 12:00 as 16:30 horas, tanto para o primeiro quanto para o segundo dia.....	35
Tabela 7 – Quantidade de animais em pé (em %) em relação as temperaturas médias compreendidas no intervalo das 00:00 as 08:00 horas (manhã) e 12:00 às 16:30 (tarde), tanto para o primeiro quanto para o segundo dia.....	35
Tabela 8 – Coeficientes Estatísticos de Teste F e Teste T para as médias de ITU dos dois dias analisados.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Compost Barn do município de Itaguara – MG utilizado para realizar o estudo.....	21
Figura 2 – Imagem dos vídeos recolhidos da câmera utilizada para monitoramento dos animais.....	22
Figura 3 – Desenhos esquemáticos do Compost Barn avaliado: a) Planta Baixa; b) desenho tridimensional e c) corte transversal.....	23
Figura 4 – Sensor de temperatura e umidade do ar (Data Logger HT-500)	24
Figura 5 – Equação para cálculo de ITU.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 COMPOST BARN	12
3.2 CONFORTO TÉRMICO DE BOVINOS LEITEIROS	15
3.2.1 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU	15
3.2.2 CONFORTO TERMICO PARA BOVINOS LEITEIROS	17
3.3 COMPORTAMENTO ANIMAL	18
3.4 VACAS INSTALADAS NO SISTEMA UTILIZADO PARA AVALIAÇÃO	19
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 LOCALIDADE	20
4.2 ANIMAIS E INDICADORES	21
4.2.1 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ANIMAL	21
4.2.2 CARACTERIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO	22
4.2.3 COLETA DOS DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE	24
5 RESULTADO E DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÕES	36
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

A produção láctea é uma parte expressiva na composição do PIB brasileiro e uma engrenagem fundamental na expansão da economia do país, sendo que, segundo dados recentes da *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, o Brasil é o 5º maior produtor mundial de leite, atrás apenas de países como Estados Unidos, Índia e China (FAO, 2020). Soma-se a isso o fato de que a produção leiteira é a que mais gera empregos no país, com mais de 4 milhões de pessoas trabalhando nas indústrias de laticínios e no campo com a produção primária (REZENDE, 2019).

Não obstante, a pecuária nacional enfrenta inúmeros desafios, principalmente no que diz respeito às condições térmicas, tendo em vista a predominância do clima tropical no território brasileiro. Isto porque o desempenho animal é profundamente afetado por fatores externos, principalmente no que diz respeito ao clima, tipo de alimento e qualidade de pastagens. Essas condições podem operar como agentes limites das funções fisiológicas, o que consequentemente prejudica a eficiência da produção leiteira (AZEVEDO, 2009).

Nesse contexto, os sistemas intensivos de produção são capazes de proporcionar uma gestão eficaz dos insumos e recursos, além de permitir um melhor manejo das condições térmicas, o que acaba por tornar a atividade mais competitiva frente ao mercado (BRITO, 2016).

Para que a produção de um animal aconteça na totalidade de seu potencial genético, é necessário que este seja mantido em uma faixa de temperatura constante, também chamada de zona de termoneutralidade. Isso ocorre porque a produção leiteira tem íntima relação com a capacidade do animal em manter sua temperatura corporal dentro de contornos rígidos (AZEVEDO, 2009).

Os estudos apontam como confortável para vacas em lactação a faixa de temperatura de 4° C a 24° C, o que difere em muito da realidade brasileira, com temperaturas constantemente mais elevadas. Por isso, não é difícil inferir que as vacas leiteiras sofrem de estresse térmico por calor durante a maior parte do ano no país (AZEVEDO, 2009).

Constata-se, portanto, que o fator climático é uma das condições que mais influenciam a produtividade de vacas leiteiras. No Brasil, o maior obstáculo é a adaptabilidade dos animais de raças leiteiras europeias a um ambiente completamente diverso, com temperaturas significativamente superiores às do seu país de origem (SOUSA e SILVA, 2018).

Nesse sentido, o sistema de confinamento conhecido como *Compost Barn* (CB) surgiu nos Estados Unidos como uma alternativa ao sistema *Loose housing* para bovinos leiteiros, apostando no conforto e bem-estar animal como meio para aumentar a produção (SOUSA e SILVA, 2018).

Também conhecido como estábulo com compostagem, o sistema leva esse nome devido ao material orgânico rico em nitrogênio originário das fezes e urina dos animais, que fornecem os nutrientes essenciais para que ocorra o processo de compostagem (SANTOS et al., 2012).

Em linhas gerais, o CB permite que os animais fiquem soltos e caminhem livremente dentro do galpão, sendo que sua principal característica é a área de descanso (área de cama), que é composta geralmente por serragem ou maravalha (MOTA et al., 2020).

Essa composição é responsável por fornecer um local macio, seco, e com temperaturas mais amenas, o que, como já visto, reduz o estresse térmico dos animais e é capaz de aumentar a produção leiteira (SOUSA E SILVA, 2018).

Dentre os benefícios auferidos com a utilização desse sistema, quando a cama é adequadamente manejada, podem-se mencionar alguns observados em estudo realizado pela Universidade de Minnesota, como: redução de problemas de casco, devido ao maior espaço de locomoção, bem como a superfície mais macia; melhoria da qualidade do leite, com menor incidência de mastite, o que atribui-se à redução da carga microbiana na cama dos animais; baixo custo inicial de investimento e de manutenção (SANTOS et al., 2012).

Nesse contexto, o sistema de confinamento *Compost Barn* é uma alternativa que vem sido apontada nas pesquisas como viável para proporcionar conforto e bem-estar aos animais confinados, reduzindo o estresse térmico sofrido, o que conseqüentemente melhora a produtividade.

Apesar da nítida importância, ainda existem poucos estudos que avaliaram o comportamento e bem estar de vacas leiteiras em instalações *Compost Barn*. Este trabalho visa complementar esse cenário.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o bem-estar e comportamento de vacas leiteiras confinadas em sistema *Compost Barn* durante o período de verão do ano de 2020.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar a resposta comportamental dos animais frente aos diferentes valores de ITU nos dias analisados.
- b) Avaliar se houve diferença significativa entre as médias de ITU dos dois dias analisados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 COMPOST BARN

O sistema de confinamento *Compost Barn* surgiu nos Estados Unidos (EUA) em torno de 1980 e é caracterizado por um galpão ventilado e sem repartições, com área de descanso comum entre os bovinos, o que diverge do sistema de alojamento conhecido como *Free Stall*, posto que neste cada animal possui uma cama separada por repartições metálicas (SANTOS, 2016)

O objetivo do *Compost Barn* é proporcionar maior conforto e bem-estar aos animais, permitindo que estes aumentem a quantidade de matéria seca ingerida e direcionem sua atividade metabólica na produção de leite.

Esse modelo de confinamento de bovinos passou a ser utilizado no Brasil entre os anos de 2011 e 2012 e desde então vem ganhando adeptos em todo o território nacional, adquirindo destaque em pesquisas científicas no país pelo conforto que proporciona aos animais (MOTA et al., 2020).

A principal característica desse tipo de sistema consiste em uma área de descanso (área de cama), que é constituída de uma mistura de fonte de carbono (serragem, maravalha, casca de café, etc.) e o material orgânico rico em nitrogênio originário das fezes e da urina dos animais (BLACK et al., 2014; MOTA, 2018).

O *Compost Barn* é um dos tipos de instalações de conforto térmico para vacas leiteiras, consiste em um grande espaço físico coberto (área de descanso), geralmente sobre serragem, que é utilizada como cama para os animais, separado da área de alimentação por uma pequena mureta de concreto (SANTOS et al., 2012). Além de garantir conforto aos animais acontece a compostagem do material utilizado na cama. O sistema vem ganhando adeptos em todo o

território nacional, estando presente em mais de mil propriedades leiteira do país (MOTA et al., 2017).

Este sistema possibilita maior conforto para as vacas na área de descanso devido à superfície macia e à maior área de cama por animal, diminuindo principalmente as lesões nas patas e melhorando os níveis de bem-estar no ambiente produtivo (ENDRES, 2009).

Para o planejamento da instalação deve-se seguir cinco requisitos básicos: boa qualidade do ar, área de descanso confortável, limpa e seca, fácil acesso a boa alimentação e água e piso adequado (DAMASCENO, 2020). Nele há um espaço para livre circulação, com um sistema de ventilação para remover o calor produzido pela compostagem e pelos animais. Os materiais mais utilizados na cobertura são as telhas de aço galvanizado ou alumínio. Porém, estes materiais possuem baixo poder de absorção da radiação solar, resultando em uma maior temperatura interna da instalação (BAÊTA; SOUZA, 2010).

No Hemisfério Sul, a orientação Leste-Oeste deve ser respeitada, para prevenir uma alta incidência solar no interior da instalação e permitir maior aproveitamento das correntes de ar (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Segundo Ferreira (2016), o pé-direito é um dos componentes que interfere diretamente nas condições ambientais da instalação, influenciando na ventilação natural e a quantidade de radiação solar que atinge o seu interior, sendo fundamental para as trocas de calor do animal para o ambiente. O pé-direito deve ter 4,8 m de altura, para uma melhor eficiência na ventilação natural além de não interferir no tráfego de maquinários dentro da instalação (BEWLEY et al., 2012).

O corredor de alimentação deve ter no mínimo 4,0 m de largura para que os animais tenham acesso livre ao cocho e aos bebedouros. A cada 10 m, recomenda-se que tenha passagens para que os animais retornem à cama. O piso deve ser construído de concreto ou argamassa, com frisos, que oferece maior segurança aos animais, também deve apresentar uma inclinação adequada para que haja o escoamento dos resíduos (DAMASCENO, 2020).

No sistema de confinamento *Compost Barn* há a ação de microrganismos que utilizam matéria orgânica como substrato, proporcionando melhor destino para os dejetos dos animais. As fezes e a urina das vacas fornecem nutrientes essenciais para que aconteça o processo de compostagem. O oxigênio proveniente para o processo surge do revolvimento diário feito na manutenção da cama (DAMASCENO, 2020).

Nesse sentido, o revolvimento da cama deve ser realizado de duas a três vezes por dia, no período em que os animais saem para a sala de ordenha. A revirada frequente do material que compõem a cama dos bovinos também é útil para o controle da temperatura do substrato, a

eliminação de microrganismos patogênicos e controle de umidade da cama, possibilitando que os animais permaneçam mais tempo deitados (DAMASCENO, 2020).

O revolvimento da cama é feito por implementos agrícolas de acordo com a disponibilidade local, podendo ser através de escarificador ou de enxadas rotativas. As enxadas rotativas causam uma maior descompactação dos torrões formados e um maior revolvimento da cama, o que aumenta a aeração e o conforto para os animais.

Vale ressaltar o cuidado para não atingir a terra abaixo da cama durante o processo de revolvimento. A aeração é a forma mais eficiente de controlar a temperatura e a umidade da cama, além de possibilitar a incorporação de oxigênio no interior da cama e reduzir a concentração de odores dentro da instalação (COTTA et al., 2015).

O projeto de instalação do sistema *Compost Barn* ainda precisa levar em conta qual será o tipo de ventilador utilizado para a ventilação artificial do galpão, posto que este é um item indispensável no modelo. Os ventiladores devem ser colocados sobre a cama, para que auxiliem no processo de secagem e circulação dos gases da compostagem (BRITO, 2016).

O sistema de ventilação é um investimento na sanidade dos animais, haja vista que na sua ausência há o aumento da umidade da cama, o que faz com que o material fique mais pegajoso, podendo aderir-se ao orifício que dá acesso ao canal do leite e facilitar a entrada de bactérias. (EDUCAPOINT, 2020)

A questão sanitária é um avanço muito grande nesse sistema que vai desde a alimentação ao controle de patógenos dos animais. Com os animais confinados tem-se um maior controle da qualidade e do valor nutricional do alimento que o animal está ingerindo.

Nesse sistema, a temperatura do processo de compostagem da cama não deixa que larvas de moscas completem seu ciclo, o mesmo para carrapatos. Problemas de cascos também diminuem, visto que o animal fica sobre um local macio, livre de barro, e com controle de qualidade diário da cama, com os cascos saudáveis os animais demonstram com maior facilidade o cio, melhorando a taxa de reprodução dos animais da fazenda (EMBRAPA, 2018).

Ressalta-se que diversos estudos americanos têm evidenciado que a utilização do sistema *Compost Barn* é capaz de induzir um decréscimo na incidência de mastite e na CCS do rebanho de vacas leiteiras, o que se traduz na melhora qualitativa da produção. O menor índice de mastite bovina se dá tanto pela redução de mastite ambiental, devido à menor carga microbiana na cama, quanto pelo aumento do sistema imunológico das vacas promovido pelo bem estar (EDUCAPOINT, 2021).

Quando bem manejado e com cama seca, o CB leva a uma redução na CCS (contagem de células somáticas) e a vacas mais limpas, diminuindo o risco de contaminação do leite no momento da ordenha (DAMASCENO, 2012).

A compostagem da cama depende do controle dos níveis adequados de água, temperatura, oxigênio (aeração da cama), relação carbono e nitrogênio do material e ação dos microrganismos que atuam no processo de degradação da matéria orgânica (SANTOS et al., 2012).

A cama após processo de compostagem é um fertilizante orgânico completo de nutrientes que podem ser utilizados na adubação de lavouras da fazenda, economizando com fertilizantes formulados na hora do plantio.

3.2 CONFORTO TÉRMICO DE BOVINOS LEITEIROS

3.2.1 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU

Os fatores ambientais externos e o microclima das instalações atuam de forma direta e indireta sobre a produção animal em todas as fases, acarretando redução de produtividade, além da piora na qualidade do leite, principalmente no que diz respeito aos teores de gordura, proteína, lactose, entre outros minerais (NAAS e ARCARO JUNIOR, 2001).

Conforme já explicitado, o comportamento é um poderoso indicativo do bem-estar de bovinos confinados. Nesse contexto, o desgaste por conta da temperatura é capaz de ensejar respostas comportamentais diversas nos animais, como a redução da ingestão de água, a busca por sombra, isolamento de seus pares, dentre outras posturas que têm por objetivo reduzir a produção de calor nos bovinos (AZEVEDO et al., 2009).

A produção láctea é afetada de forma negativa principalmente porque o bovino diminui a ingestão de alimento e tempo de ruminação. Ademais, a circulação sanguínea periférica aumenta provocando uma diminuição do fluxo de sangue nos órgãos internos, diminuindo a quantidade de nutrientes para a produção de leite (EDUCAPOINT, 2019).

As elevadas temperaturas podem ocasionar perdas produtivas e reprodutivas nos bovinos, como aumento do estresse, diminuição da fertilidade, maior vulnerabilidade a doenças e a desidratação. Também, altos valores de umidade relativa podem inibir o resfriamento evaporativo dos bovinos. Entretanto, importante mencionar que parâmetros de temperatura e umidade analisados separadamente não são confiáveis para medir o conforto térmico dos animais (ABREU, 2011).

Vários estudos vêm sendo realizados para definir os limites de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) aplicáveis à bovinocultura de leite. O ITU, é mensurado a partir da temperatura de bulbo seco (T_{BS}) e da umidade relativa do ar (UR).

Johnson (1980) e Rosenberg *et al.* (1983), em seus estudos, afirmam que, para bovinos de leite da raça holandesa, os valores de ITU inferiores a 68 denotam uma condição de conforto térmico. Já entre 68 a 71, verifica-se leve estresse térmico, enquanto entre 72 a 79, nota-se estresse térmico ameno. Por fim, entre 80 a 88, tem-se estresse térmico moderado e entre 89 a 98, estresse térmico grave. Acima de 99 já é considerado estresse térmico gravíssimo, levando o animal a óbito, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação de desconforto térmico com base no ITU (Índice de Temperatura e Umidade) para vacas holandesas.

ITU	Classificação
< 68	Conforto
68 a 71	Leve
72 a 79	Ameno
80 a 88	Moderado
89 a 98	Grave
> 99	Gravíssimo

Fonte: Adaptado de Rosenberg et al. (1983)

A classificação do desconforto em relação ao ITU, existem divergências para valores críticos, isso em virtude de localização, de raça, entre outros. Bertonecchi et al. (2013) classifica a variação do ITU em ameno no intervalo de 72 a 78, moderado entre 79 a 88 e severo quando está entre 89 a 98. Bertonecchi et al. (2013) também afirmam que vacas da raça holandesa demonstram desconforto térmico e queda de produção de leite, com valores de ITU ≥ 72 . Já Dalcin (2013) aponta dados diferentes, afirmando que animais de raças Europeias e que possuem alta produção leiteira iniciam a queda de produção quando ITU maior que 68.

3.2.2 CONFORTO TÉRMICO PARA BOVINOS LEITEIROS

O tempo em repouso é influenciado pelo alojamento e manejo dos animais, portanto o fato do tempo em que os animais permanecem deitados é um indício de bem estar animal, e conseqüentemente afeta a produção de leite (SOUSA E SILVA, 2018).

O estresse térmico, pode causar a diminuição da qualidade do leite, considerando-se os teores de gordura, proteína, lactose, entre outros minerais, e também impactar negativamente na quantidade de leite produzido (NAAS; ARCARO JÚNIOR, 2001).

Além disso, o estresse térmico pode ocasionar uma redução de 17 a 22% na produção de leite de acordo com a quantidade de leite produzida pelo animal (PINARELLI, 2003).

No contexto climático, o Brasil possui cerca de dois terços do seu território situados na faixa tropical do planeta, o que faz com que haja o predomínio de altas temperaturas, em virtude da elevada incidência de radiação solar. Aliado a isso, sabe-se que as vacas de alto potencial genético para a produção de leite possuem metabolismo elevado, com maior quantidade de calor endógeno (AZEVEDO et al., 2009).

Esses dois fatores, quando combinados com a utilização de instalações inadequadas, são capazes de desenvolver o estresse calórico nos animais, o que acaba por diminuir a produção de leite. Esse estresse nada mais é do que o somatório dos mecanismos de defesa do organismo em resposta a um estímulo provocado por um agente agressor um estressor, nesse caso, a temperatura do ambiente (AZEVEDO et al., 2009).

Segundo Azevêdo (2009), a produção de bovinos leiteiros é influenciada por diversos fatores. O ambiente térmico é um fator que tem grande relevância nesse contexto, é um fator limitante para a capacidade da produção, especialmente em sistemas de criação intensivos.

Quando o animal não sofre por estresse térmico, seja pelo calor ou pelo frio, este animal entra na fase de termoneutralidade, o que significa que encontra-se num ambiente de equilíbrio térmico, não gasta recursos metabólicos para se ajustar as condições ambientais. Isso é importante pois o animal reduz a quantidade necessária de níveis energéticos para sua manutenção, o que disponibiliza maior quantidade da energia metabolizada para os processos de produção, isso juntamente a adequação da alimentação e do potencial genético permitirão a máxima capacidade produtiva dos animais (KLOSOWSKI et al., 2002).

Esta faixa de termoneutralidade representa os limites de temperatura que quando ultrapassados, significa situação de desconforto e estresse térmico para os animais. Para animais adultos oriundos de raças europeias essas faixas ficam descritas entre: temperatura crítica

inferior -10°C , a temperatura de conforto está contida na faixa de -1 a 16°C e a temperatura crítica superior igual a 27°C (AZEVEDO et al., 2009).

De acordo com Nääs e Arcaro Júnior (2001), temperaturas de 13°C a 18°C mostrou situação de conforto para grande parte dos ruminantes, e para vacas em lactação restringiu-se a 4°C e 24°C podendo ser reduzido a 7°C e 21°C dependendo da umidade relativa do ar e radiação solar.

É nesse cenário desafiador de temperaturas elevadas em solo brasileiro que o modelo *Compost Barn* surge como uma alternativa capaz de melhorar o conforto térmico dos animais em sistema de confinamento.

3.3 COMPORTAMENTO ANIMAL

Segundo Krawczel e Grant (2009 citados por PEREIRA, 2017), o comportamento de vacas leiteiras em sistemas intensivos de produção é um dos melhores parâmetros para avaliar o bem-estar dos animais em confinamento. Isto porque qualquer alteração na rotina do rebanho irá refletir nos padrões de alimentação, ruminação e repouso, tornando-se um indicativo de que poderá haver perdas no desempenho e produção láctea.

Segundo Albright (1993), os bovinos criados livres possuem a tendência de alimentarem-se no período diurno, orientados pelo nascer e o pôr do sol. No entanto, quando criados em sistemas intensivos, os picos de alimentação ocorrem imediatamente após a entrega do alimento ao cocho (SCHIRMANN et al., 2012 apud PEREIRA, 2017) e após a ordenha (ADIN et al., 2009 apud PEREIRA, 2017).

Com relação ao tempo que os animais passam se alimentando, Devries et al. (2003) e Azizi et al. (2020), observam que as vacas leiteiras criadas em sistema de confinamento passam em torno de 4 a 6 horas ingerindo o alimento, em um período de 24 horas, com a média de 7,3 refeições por dia (apud PEREIRA, 2017).

No que se refere ao tempo de descanso, insta referenciar que o tempo que os bovinos passam deitados é um indicativo importante do índice de conforto das instalações (FREGONESI; LEAVER, 2002 apud PEREIRA, 2017).

Nesse sentido, estudos realizados com vacas leiteiras criadas em sistema de *Compost Barn* em clima temperado demonstram que os animais permanecem de 10 a 13 horas deitados em um período de 24 horas (ENDRES; BARBERG, 2007; ECKELKAMP et al., 2014 apud PEREIRA, 2017), o que contribui imensamente para a otimização da produção leiteira.

Inclusive, nesse contexto, alude-se que a posição horizontal é muito benéfica para as vacas em lactação ou em período de gestação, pois o ato de deitar permite que o fluxo sanguíneo seja aumentado na glândula mamária e no útero, o que contribui com a produção de leite e o desenvolvimento do feto (METCALF et al., 1992; RULQUIN; CAUDAL, 1992; NISHIDA et al., 2004 apud PEREIRA, 2017).

Por fim, o comportamento dos animais é profundamente afetado pelas mudanças climáticas. Quando há estresse térmico, ainda que ameno, observa-se em sistemas de confinamento a diminuição do comportamento de deitar nas vacas leiteiras. Como visto, essa alteração no ato de deitar-se pode ser prejudicial para o potencial de produção leiteira e para o desenvolvimento do embrião (PEREIRA, 2017).

Além disso, a ruminação também é afetada pelo aumento das temperaturas no local de confinamento. Nesse sentido, uma pesquisa realizada demonstrou que o aumento da temperatura ambiente de 25°C para 40°C foi capaz de diminuir o consumo de alimentos, o comportamento de ruminação e a locomoção dos animais, além de reduzir o tempo que estes permaneceram deitados (TAPKI; SAHIN, 2006 apud PEREIRA, 2017).

Mais importante ainda, quando se fala em produção leiteira, é observar o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), pois estudos mostram que as vacas em período de lactação diminuíram no tempo de ruminação e da produção de leite, quando o ITU diário ultrapassou 76 (MOALLEM et al., 2010; SORIANI et al., 2013 apud PEREIRA, 2017).

Portanto, as pesquisas evidenciam que o estresse térmico por calor é significativamente prejudicial para produção leiteira de vacas em lactação. Esses animais comem menos, deitam menos e ruminam mais à noite, por encontrarem temperaturas mais amenas nesse período (FRAZZI et al., 2000). No mais, estudos também demonstram que camas mais secas ocasionam maior tempo dos animais deitados (FREGONESI et al., 2007b apud PEREIRA, 2017).

3.4 VACAS INSTALADAS NO SISTEMA UTILIZADO PARA AVALIAÇÃO

Para a produção leiteira, geralmente são utilizadas vacas da raça Holandesa, por demonstrarem maiores índices produtivos. No entanto, esses animais requerem temperaturas ambiente entre 5 e 18°C para a máxima expressão de seu potencial genético, o que não é encontrado naturalmente no Brasil (MORAIS et al., 2008, apud PINHEIRO et al., 2015).

A raça holandesa é conhecida como a maior produtora de leite, é um gado pesado, de grande porte e ampla caixa óssea. Sua pelagem é malhada e pode ser preta e branca ou vermelha e branca, sendo a primeira a mais comum. O peso das vacas ficam na média de 550 a 600 kg.

Quanto ao seu traço mais importante, a produção de leite, ela lidera diversos rankings, podendo atingir mais de 50 litros de leite em um único dia (PROCREARE, 2016).

O cruzamento da raça holandesa com a raça Gir, integrante do Grupo Zebú e de origem indiana, é amplamente utilizado na produção de leite no Brasil e adveio da necessidade de animais mais bem adaptados ao clima do país (BARBOSA et al., 2002). Cerca de 70% da produção de leite no país advém de vacas mestiças Holandês-Zebu e a raça Holandesa predomina nos cruzamentos, sendo o mais comum o de Holandês com o Gir, popularmente denominado "Girolando" (BARBOSA et al., 2002).

O Girolando é uma raça rústica, que se adapta muito bem no clima tropical do Brasil. Possui capacidade de autorregulação do calor corporal, além de possuir pés fortes, hábitos de pastejo, capacidade ruminal, garantindo-lhe grande resistência e adequação ao meio ambiente. São também resistentes a parasitas, tanto internos quanto externos. A média obtida de produção de leite da raça Girolando em 2014 foi de 5035 kg de leite por lactação, resultando produção diária média de 16,5 kg/animal (SALGADO et al., 2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIDADE

A pesquisa foi conduzida em uma instalação *Compost Barn* no município de Itaguara - MG, localizado a 20°24'38.8" de latitude Sul e 44°36'53.0" de longitude Oeste, com altitude de 810 m. A precipitação média na região é de 1461 mm/ano (CLIMATEMPO, 2020).

Os dados foram coletados durante o período de dois dias consecutivos, através da filmagem dos animais alojados numa instalação *Compost Barn*. O grupo de animais analisado foi composto por 23 animais, sendo os separados como Lote 1 da fazenda e que eram os animais de maior lactação. Os animais eram ordenhados duas vezes ao dia, uma de manhã por volta das 06:00 horas e outra à tarde, em torno das 15:00 horas.

Figura 1 – Compost Barn do município de Itaguara – MG.



4.2 ANIMAIS E INDICADORES

4.2.1 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ANIMAL

A análise dos padrões comportamentais dos animais foi realizada durante 2 dias de maneira visual e indireta (imagens de vídeo) e a classificação foi dividida em 4 partes: animais em alimentação, bebendo água, deitados e em pé. As análises foram feitas em intervalos de 2 a 5 minutos, de acordo com a disponibilidade dos vídeos das filmagens. Os horários em que os animais saiam para ordenha, foram desconsiderados das análises, assim como os horários em que os animais foram fechados na pista de alimentação para revolvimento da cama. A ordenha da manhã era realizada por volta das 06:00 horas e a ordenha da tarde por volta das 15:00 horas. O primeiro revolvimento da cama era feito por volta das 05:30 horas e o segundo em torno das 16:30 horas. O lote dos animais que foram analisados era composto por vacas Holandesas e vacas Girolandas e apresentavam uma produção média de 25,5 L/animal.

Figura 2 – Imagem dos vídeos recolhidos da câmera utilizada para monitoramento dos animais.



4.2.2 CARACTERIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO

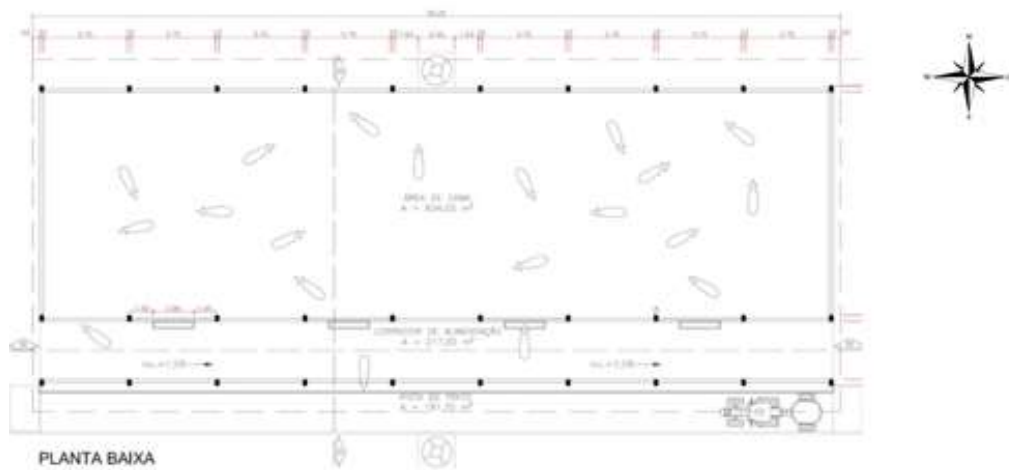
O *Compost Barn* estudado durante o trabalho tem dimensões totais de 23 x 56 m. O pé-direito da instalação é de 4,8 m e possui beirais de 2,0 m. A área da cama é de 15 x 56 m e era dividida em três lotes, um lote com os animais de maiores produção, outro lote com os animais de média e baixa produção e por último um piquete destinado as vacas próximas do parto, conhecido como pré-parto. A instalação foi construída respeitando o sentido leste-oeste para menor incidência de radiação solar ao longo do dia. O telhado era coberto com folhas de zinco e possui lanternim.

O corredor de alimentação se estendia por todo comprimento da instalação e ficava localizado na face voltada para o sul da instalação, onde se encontram os cochos e os bebedouros. A instalação possui quatro bebedouros, construídos em material inox e sustentados por alvenaria, e quatro passagens de acesso a área de descanso, o cocho de alimentação se estendia por todo o comprimento da instalação.

A ventilação mecânica dentro da instalação é feita por dois ventiladores de baixa rotação e alto volume (HVLS, BigFan®, diâmetro de 7,5 m, potência de 2,24 kW ou 3,00 cv e vazão de ar de 650.000 m³·h⁻¹). Na hora do deslocamento para ordenha há três portões em lado oposto

ao corredor de alimentação, que dão acesso a sala de ordenha. Esta etapa de ordenha dos animais durava em torno de 50 a 60 minutos. 4

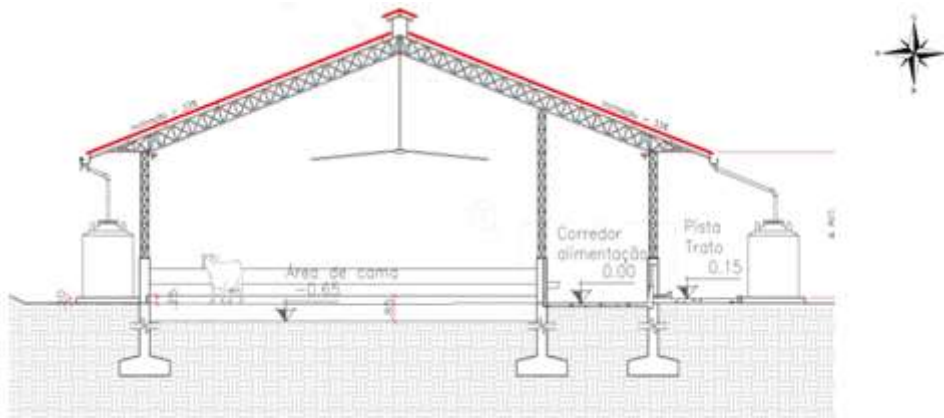
Figura 3: Desenhos esquemáticos do Compost Barn avaliado: a) Planta baixa; b) desenho tridimensional e c) Corte transversal.



(a)



(b)



(c)

4.2.3 COLETA DOS DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE

Os sensores que foram utilizados para coleta dos dados de temperatura do ar e umidade relativa foi o Datalogger de Temperatura e Umidade (Instrutherm®, modelo HT-500, precisão para temperatura do ar de $\pm 0,1^\circ\text{C}$, faixa de medição de -40 e 70°C ; umidade relativa com precisão de $\pm 3\%$ e faixa de medição de 0 a 100%), instalados a 1,7 m da cama, foram programados a coletar os dados a cada 10 minutos. Os sensores foram colocados num recipiente de tubo de pvc perfurado e longe do alcance dos animais.

Figura 4 – Sensor de temperatura e umidade do ar (Data Logger HT-500).



Os dados utilizados neste estudo de temperatura do ar e umidade relativa foram coletados por 4 sensores, localizados em pontos diferentes dentro da instalação e que abrangia

a todos os animais do lote 1. A cada visita técnica a instalação, os dados dos sensores eram descarregados em um computador portátil e reprogramado para dar continuidade a coleta.

Com os dados coletados, foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) segundo equação de Azevedo (2009) (FIGURA 4). Com o ITU dos quatro sensores que envolviam o lote 1 de animais, fez-se uma média dos quatro resultados para comparar com as análises das filmagens.

Figura 5 – Equação para cálculo de ITU

$$ITU = 0,8. t_{bs} + UR. \left(\frac{t_{bs} - 14,3}{100} \right) + 46,4$$

Os dados foram anotados de acordo com a análise das gravações e alocados em uma planilha do Excel para processamento dos mesmos. Fez-se uma análise por teste t (P<0,05) para avaliar se houve significância da diferença nas médias de ITU apresentados para o primeiro e segundo dia.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos 1 e 2 apresentam a relação entre o índice de temperatura e umidade (ITU) e a quantidade de animais deitados referentes ao primeiro e segundo dias avaliados, respectivamente.

Gráfico 1 – Relação entre o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e a quantidade de animais deitados referentes ao primeiro dia.

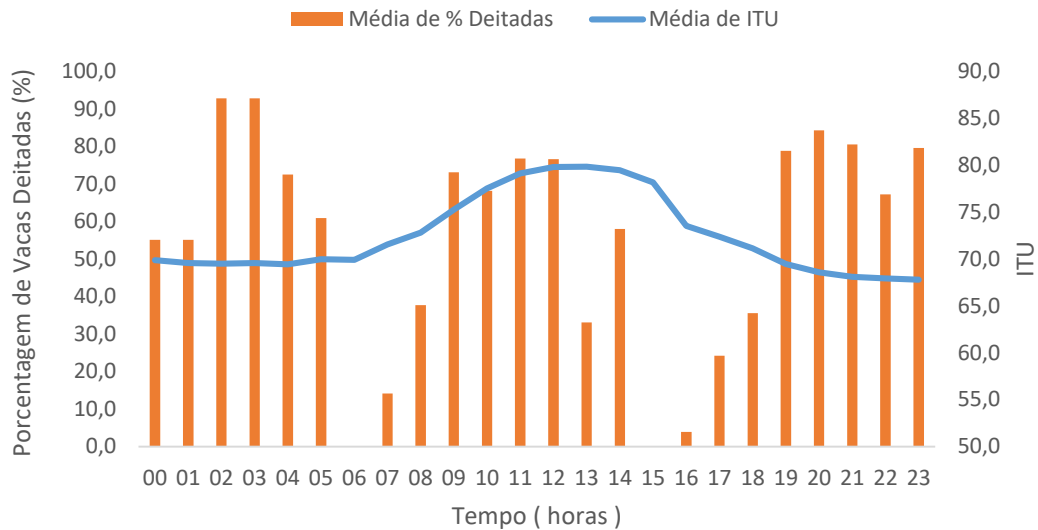
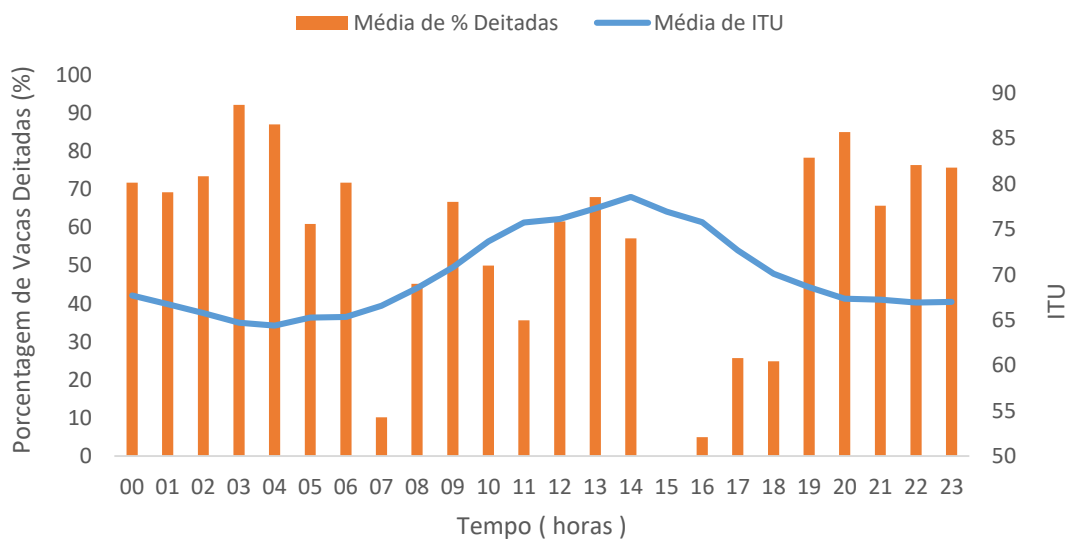


Gráfico 2 – Relação entre o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e a quantidade de animais deitados referentes ao segundo dia.



Conforme pode-se observar, durante os dois dias avaliados, foi verificado que quando os valores de ITU tenderam a aumentar na parte da manhã, por volta das 08 horas, a quantidade de animais deitados começou a diminuir, passando de 65% para 15% aproximadamente. Pode-se observar que os valores de ITU começam a diminuir, por volta das 19:00 horas, e a quantidade de animais deitados voltou a subir, passando de 38% para 65% aproximadamente.

Segundo Baccari Junior (2001), animais condicionados a situação de estresse térmico tendem a ficar mais tempo em pé, a justificativa é que mantendo esse comportamento, aumenta-se a capacidade de dissipar calor do corpo (apud Bertonecelli, 2013).

Vale ressaltar que em poucos minutos após o revolvimento da cama, cerca de quinze minutos, registrou-se valores de 16 a 18 animais deitados, em um lote de 23 animais, ou seja de 69 a 78 % dos animais. Isso demonstra o interesse e reconhecimento dos animais na qualidade da cama após essa operação, a cama fica mais macia sendo mais atrativa e confortável aos animais.

As tabelas 2 e 3 demonstram os valores médios de ITU, umidade relativa e temperatura do ar compreendidos no intervalo das 00 às 06 horas do primeiro e do segundo dia analisado, respectivamente. Analisando este intervalo em que os ventiladores estavam desligados, observou-se para o primeiro dia valores de umidade relativa do ar com uma média de 92,3%, temperatura média do ar igual a 23,4°C e ITU médio de 69,61. Já no segundo dia, os valores médios da umidade relativa e temperatura do ar foram iguais a 89,5% e 18,9 °C caracterizando um valor médio de ITU igual a 65,72. Nota-se, ao observar principalmente os resultados obtidos do primeiro dia, que embora a temperatura estivesse dentro da zona de conforto dos animais, o ITU não correspondeu a uma situação de conforto.

Pensando no conforto dos animais, a ventilação forçada não interferiu durante este período pois, segundo Johnson (1980) e Rosenberg et al. (1983), ITU abaixo de 68, como no segundo dia, é classificado como situação de conforto, e intervalo entre 68 e 71, como no primeiro dia, as vacas estavam em condição de estresse leve.

Tabela 2 – Média dos valores de ITU, Temperatura e Umidade relativa do ar compreendidos no intervalo das 00:00 as 06:00 horas do primeiro dia avaliado.

Médias do primeiro dia	
ITU	69,61
Temperatura (°C)	21,3
Umidade Relativa do ar (%)	92,3

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 3 – Média dos valores de ITU, Temperatura e Umidade relativa do ar compreendidos no intervalo das 00:00 as 06:00 horas do segundo dia avaliado.

Médias do segundo dia	
ITU	65,72
Temperatura (°C)	18,95
Umidade Relativa do ar (%)	89,5

Fonte: Do autor (2021).

Nääs e Arcaro júnior (2001) recomendam, para vacas em lactação, o intervalo de temperatura do ar entre 4°C e 24°C para situação de conforto, porém esse intervalo pode ser restringido a 7°C e 21°C dependendo da umidade relativa do ar. Os gráficos 3 e 4 retratam os valores de temperatura do ar e umidade relativa, respectivamente, compreendidos entre 00:00 e 06:00 horas dos dois dias analisados. Conforme pode ser observado, nota-se que a média de temperatura foi de 23,4°C, faixa situada dentro do recomendado pela literatura, porém, a umidade relativa do ar estava alta, e interferiu no conforto dos animais gerando leve estresse dos animais no primeiro dia.

Segundo Endres e Barberg (2007) os ventiladores são recomendados neste sistema de criação para remover calor e umidade do ar e auxiliar a secar o material da cama utilizado, e neste período das 00:00 às 06:00 horas, os ventiladores estavam desligados e a umidade relativa do ar alta, o que pode prejudicar a qualidade da cama do *Compost Barn*, deixando-a mais úmida, aumentando a taxa de reposição do material e interferindo negativamente no conforto dos animais.

Gráfico 3 – Valores médios de Temperatura do ar (°C), compreendidos no intervalo das 00:00 às 06:00 horas, dos dois dias analisados.

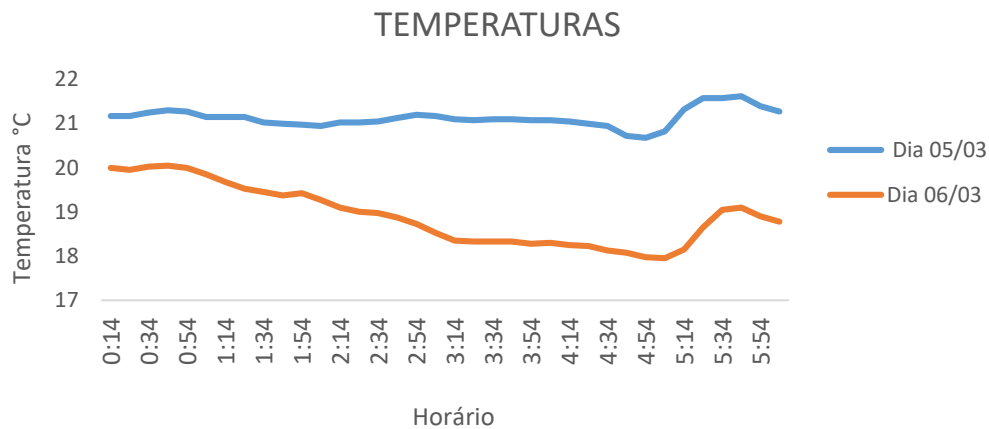
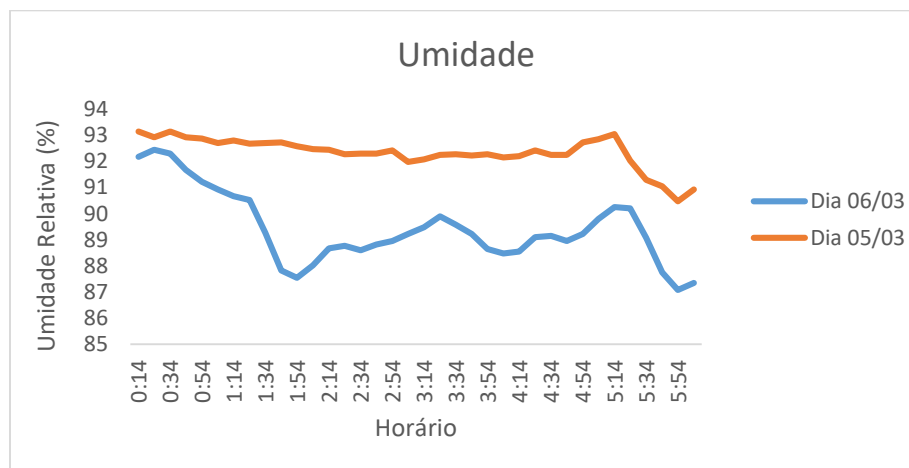


Gráfico 4 – Valores de Umidade Relativa do ar (%), compreendidos no intervalo das 00:00 às 06:00 horas, dos dois dias analisados.



Os gráficos 5 e 6 representam a relação diária da frequência de acesso dos animais ao cocho de água do primeiro e do segundo dia analisados, respectivamente. Nota-se que não há intervalos com grande quantidade e frequência de animais no bebedouro de água simultaneamente, mesmo nos horários de maiores temperaturas do dia.

O acesso desses animais ao bebedouro ocorreu de forma harmônica e bem distribuída ao longo do dia de maneira que não houve disputa entre os animais para acessá-lo, havendo apenas um valor de 3 animais bebendo água simultaneamente no primeiro dia logo após a ordenha da manhã, por volta das 06:30 horas. E para o segundo dia apenas um valor de 4 animais, logo após a ordenha da tarde, por volta das 16:00 horas.

Gráfico 5 – Frequência de acesso dos animais ao bebedouro do primeiro dia analisado.

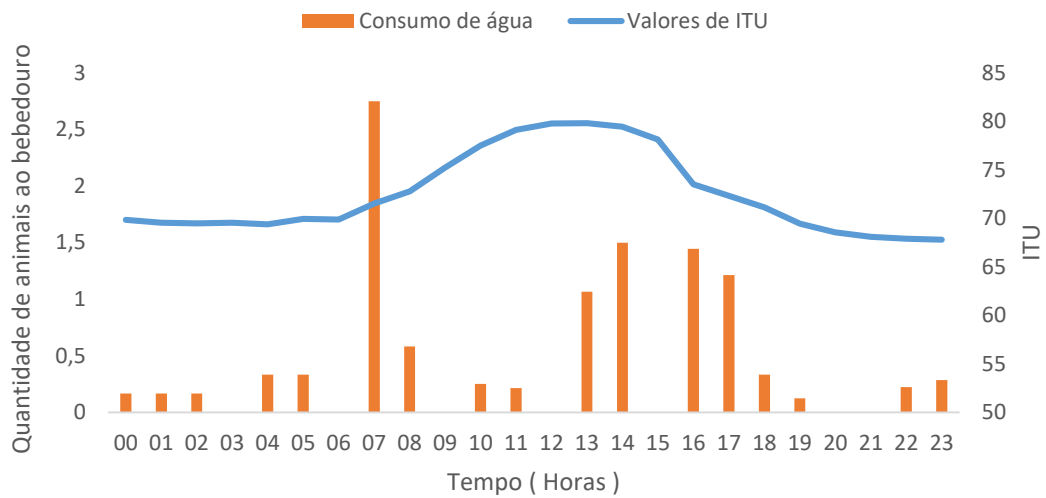
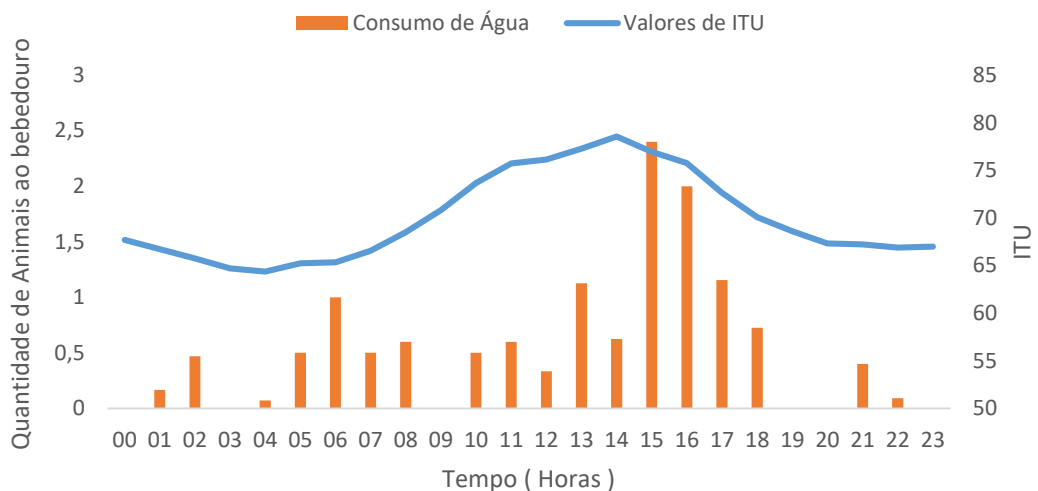


Gráfico 6 – Frequência de acesso dos animais ao bebedouro do segundo dia analisado.



Segundo Perissinotto et al (2006) e Legrand et al. (2011), animais quando submetidos ao estresse térmico aumentam a ingestão de água, neste caso conclui-se que a atividade de ingestão de água não foi alta o suficiente para afirmar uma situação de estresse nos animais ao decorrer do período analisado.

Os gráficos 7 e 8 mostram a frequência de acesso dos animais ao cocho de alimentação para o primeiro e segundo dia analisados respectivamente. Nota-se que a frequência de animais no cocho de alimentação entre as 16:00 e 19:00 horas, para ambos os dias, foi o intervalo que constava a maior frequência dos animais em alimentação, valores variando em torno de 10

animais, e foi o período que teve redução nos valores de ITU, de 75 para 68, que vinham altos devido os horários de maiores temperaturas, das 10:30 às 15:00 horas, em ambos os dias.

Segundo Aharoni et al. (2005) e Blackshaw (1994) temperaturas elevadas reduzem a frequência de alimentação nas horas mais quentes do dia, os animais aumentam a produção de calor durante e após a alimentação, fazendo com que grande parte da alimentação passe para a noite, quando consegue-se perder maior quantidade de calor para o ambiente.

De acordo com os resultados deste estudo, verificamos que os dois picos na frequência dos animais ao coxo de alimentação se deram logo após as ordenhas diárias, em ambos os dias isso demonstra a importância do alimento estar pronto para os animais nestes momentos.

Gráfico 7 – Frequência dos animais no coxo de alimentação durante o primeiro dia analisado.

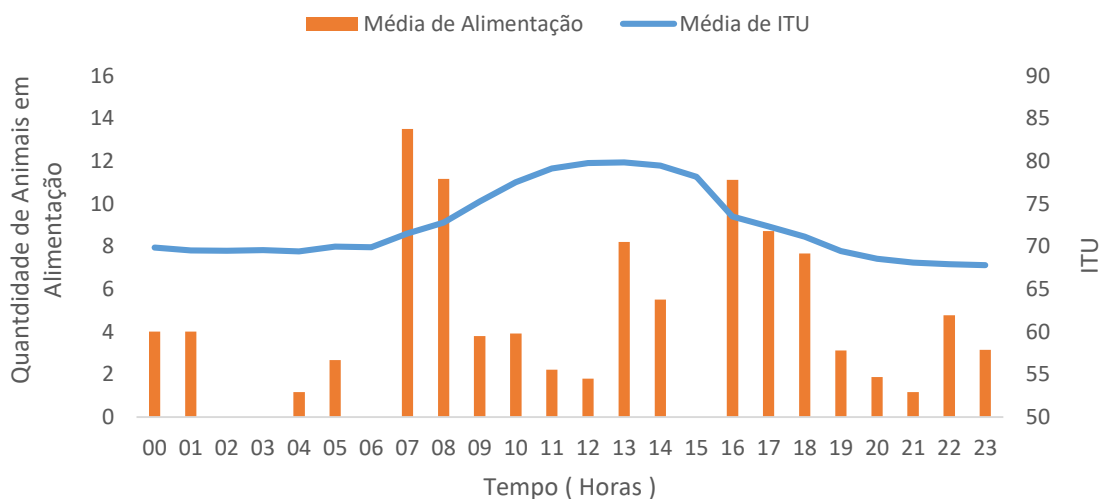
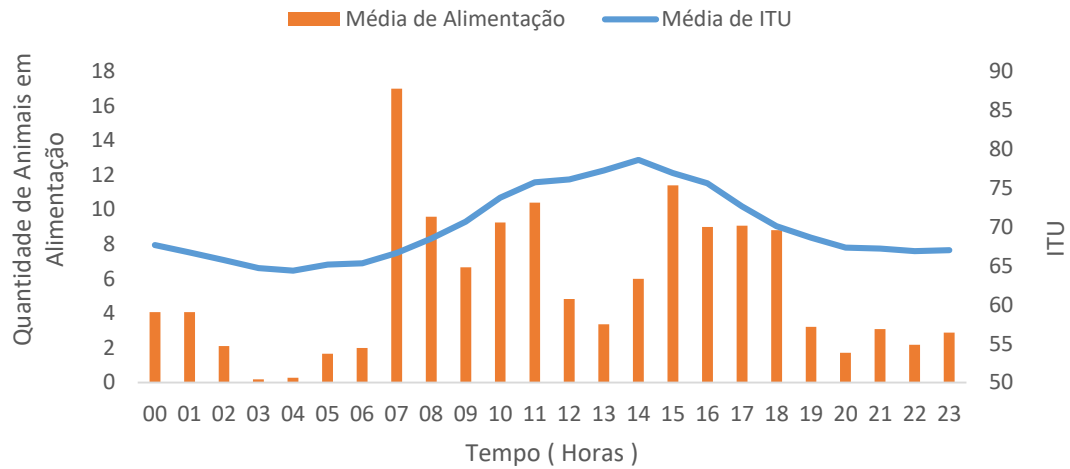


Gráfico 8 – Frequência dos animais no coxo de alimentação durante o segundo dia analisado.



O Gráfico 9 ilustra os valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU) durante o primeiro dia de estudo. Neste mesmo período citado anteriormente, entre as 17:00 e as 19:30 horas, observou-se uma redução aproximada de ITU de 73 para 69, para o primeiro dia e de 76 para 68 no segundo dia. O Gráfico 10 apresenta os valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU) durante o segundo dia de estudo. O aumento na quantidade de animais na pista de alimentação citado anteriormente, pode estar relacionada a esta queda nos valores de ITU e na transição de estresse ameno para estresse leve, segundo classificação de Rosenberg et al (1983). Analisando os Gráficos 9 e 10, nota-se também que os valores de ITU foram maiores nos horários mais quentes do dia, 10 as 14 horas, para ambos os dias, sendo considerados acima da faixa de conforto para vacas holandesas, apresentando valores no intervalo de 76 a 80 para o primeiro dia e 73 a 79 para o segundo dia.

Gráfico 9 – Valores de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) durante o primeiro dia analisado.

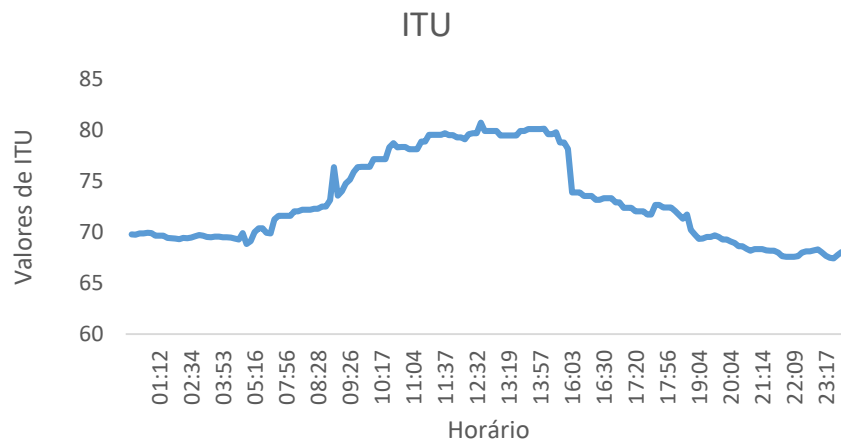
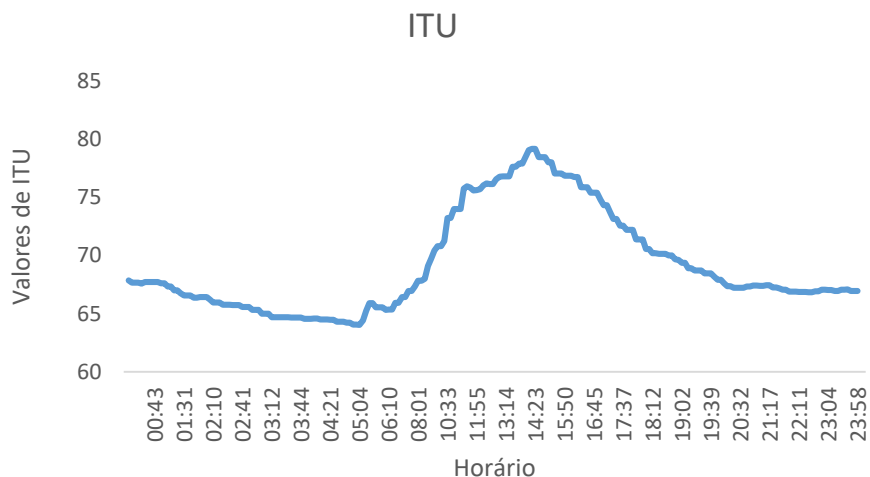


Gráfico 10 – Valores de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) durante o segundo dia analisado.



A Tabela 4 mostra os valores mínimos, médios e máximos de ITU dos dias de experimento. Nota-se que, os valores máximos de ITU encontrados se classificam como estresse moderado para o primeiro dia e estresse ameno para o segundo dia (Rosenberg et al., 1983) já para Ferreira (2015) os dois dias deixaram os animais sob estresse moderado. Para os valores médios de ITU os dois autores classificam como estresse ameno para o primeiro dia e como estresse leve para o segundo dia. E para os valores mínimos, os dois autores concordam na classificação de conforto para os animais. Mesmo com uso da ventilação forçada nas horas de temperatura mais alta do dia, o índice de conforto dos animais se direcionou para situação de estresse leve e ameno.

Tabela 4 – Valores de Índice de Temperatura e Umidade dos dois dias analisados.

	ITU	
	Primeiro dia	Segundo dia
Mínimo	67,43	64,04
Médio	73,04	69,22
Máximo	80,75	79,14

Fonte: Do autor (2021).

Na Tabela 5 pode-se observar a porcentagem de animais em pé em relação as temperaturas médias de cada dia, para os dois dias analisados. Ao comparar-se a temperatura média entre os dois dias de experimentação e a quantidade de animais em pé percebemos que quanto menor a média de temperatura, menor a porcentagem de animais em pé e consequentemente maior a porcentagem de animais deitados.

Segundo Pires et al. (2002), Shütz et al. (2010) e Baccari Junior (2001), citado por Bertonecelli (2013), vacas holandesas utilizam mecanismos, como redução no tempo de ruminação e alimentação nos períodos mais quentes do dia, diminuindo assim a produção de calor metabólico, pois o aumento do tempo em que os animais permanecem em pé pode auxiliar na dissipação deste calor.

Tabela 5 – Quantidade de animais em pé (em %) em relação as temperaturas médias, tanto para o primeiro quanto para o segundo dia.

	Temperatura média	Animais em pé
Primeiro dia	21,3 °C	17,92%
Segundo dia	18,95 °C	16,40%

Fonte: Do autor (2021).

A Tabela 6 demonstra a quantidade de animais em pé (em %) em relação a faixa de temperatura mais quente de cada dia, compreendidas no intervalo das 12:00 as 16:30 horas, tanto para o primeiro quanto para o segundo dia. Pode-se observar o aumento da porcentagem da quantidade de animais em pé neste período, os animais sobre estresse térmico permanecem mais tempo em pé. A temperatura média manteve-se fora da zona de termoneutralidade (5 a 25°C) para vacas leiteiras (Yousef, 1985 e Roenfeldt,1998). E o ITU e temperatura comprovam

o estresse térmico ameno dos animais neste período segundo a classificação de Rosenberg et al. (1983).

Tabela 6 – Quantidade de animais em pé (em %) em relação as temperaturas médias compreendidas no intervalo das 12:00 as 16:30 horas, tanto para o primeiro quanto para o segundo dia.

	Temperatura média	Animais em pé
Primeiro dia	28,4 °C	25,83%
Segundo dia	27,3 °C	20,19%

Fonte: Do autor (2021).

A Tabela 7 demonstra uma comparação da relação de animais em pé e a temperatura média em diferentes intervalos no mesmo dia, de manhã 00:00 as 08:00 horas, e de tarde 12:00 as 16:30 horas, para ambos os dias analisados.

Tabela 7 – Quantidade de animais em pé (em %) em relação as temperaturas médias compreendidas no intervalo das 00:00 as 08:00 horas (manhã) e 12:00 as 16:30 horas (tarde), tanto para o primeiro quanto para o segundo dia.

	Primeiro dia		Segundo dia	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Temperatura	21,29 °C	28,4 °C	19,00 °C	27,3 °C
Animais em pé	17,85%	25,83%	13,04%	20,19%

Fonte: Do autor (2021).

A Tabela 8 mostra o p-valor de um teste t realizado para verificar se não há significância na diferença entre as médias de ITU dos dois dias analisados, à um nível de 5% de significância. Como o valor do p-valor do teste F foi igual a 0,22, maior que 0,05, não rejeita-se a hipótese nula, de que não há diferença significativa entre as médias de ITU. Posterior calculou-se o p-valor para o Teste T e foi igual a 0,000003, menor que 0,05, rejeita-se a hipótese nula e existe diferença significativa entre as médias de ITU dos dois dias analisados, primeiro dia apresentou médias maiores de ITU comparadas a do segundo dia.

Tabela 8 – Coeficientes Estatísticos de Teste F e Teste T para as médias de ITU dos dois dias analisados.

	1° Dia	2° Dia	P-valor
Médias ITU	72,44	70,05	
Teste F			0,22
Teste t			0,000003

Fonte: Do autor (2021).

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados, observou-se que a temperatura média foi maior no primeiro dia 23,4°C, encontrando situação crítica, temperaturas superiores a 24°C, nos períodos entre 09:00 horas as 17:00 horas.

A umidade relativa obteve maiores valores, 93,15%, no período da noite, quando os ventiladores estavam desligados.

Nos períodos noturnos podemos notar que o ITU ficou dentro do conforto térmico para os animais, e a maioria dos animais passaram boa parte deste período deitadas.

Nos períodos da tarde, quando se obteve o intervalo de maiores valores de temperaturas, 30,4°C e 28,9°C, gerando conseqüentemente os maiores valores de ITU, 80,15 e 79,14, os animais foram submetidos a estresse ameno em grande parte da tarde, para ambos os dias analisados, aumentando a frequência dos animais em pé neste período.

Observou-se que o comportamento com maior frequência de ocorrência, 57,33% e 61,50%, foi o de animais deitados devido, em média, aos baixos valores de ITU.

No primeiro dia tivemos as médias de temperatura e umidade relativa do ar mais alta, 21,3°C e 92,3%, respectivamente, isso impactou no conforto das vacas, onde ficaram apenas 16% do dia sob conforto térmico, isso demonstra que a instalação não está sendo capaz de oferecer bom conforto aos animais. Já no segundo dia as médias foram de 18,9°C para temperatura e 89,5% para umidade relativa do ar, e os animais ficaram cerca de 64,0 % do dia sob situação de conforto.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A taxa de ingestão de água não foi significativa para classificação de estresse aos animais durante esse estudo, enquanto a quantidade de animais em pé relacionados ao ITU foram significativos para indicativo de estresse leve e ameno.

Os valores de ITU registrados a noite estavam, em sua grande maioria, dentro da faixa de conforto dos animais ou próximo a ela (estresse leve). O fato do ventilador ter ficado desligado durante a noite prejudicou o conforto dos animais, devido à grande umidade relativa do ar neste intervalo, caso estivesse ligado melhoraria o conforto dos animais.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. S. **Indicadores de Estresse Térmico em bovinos**. 2011. Seminário (Pós-Graduação em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. 11 p.

AHARONI, Y.; BROSH, A.; HARARI, Y. **Night feeding for high-yielding dairy cows in hot weather: effects on intake, milk yield and energy expenditure**. *Livestock Production Science*, v. 92, p. 207–219, 2005.

AZEVEDO, D. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78361/1/documento-188.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2020.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em Edificações Rurais: Conforto Animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246 p.

BARBOSA, P. F. *et al.* **Produção de Leite no Sudeste do Brasil**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, c2002. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSudeste/racas01.html>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BERTONCELLI, P. *et al.* **Conforto térmico alterando a produção leiteira**. *Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v. 9, n. 17, p.762-777, 2013. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/Conforto%20termico.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2021.

BLACK, R. A. *et al.* **The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts**. *Journal of Dairy Science*, v. 97 n. 5, 2669-2679, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030214001842>. Acesso em: 06 jan. 2021.

BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. **Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavioral: a review**. *Australia Journal of Experimental Agriculture*, v.

34, p. 285 – 295, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/EA9940285>. Acesso em: 08 jan. 2021.

BRITO, A. **História da raça: Vaca Holandesa**. Rural Centro, 2012. Disponível em: <https://www.ruralcentro.com.br/noticias/historia-da-raca-vaca-holandesa-58407>. Acesso em: 09 jan. 2021.

BRITO, E. C. **Produção intensiva de leite em Compost Barn: Uma avaliação técnica e econômica sobre sua viabilidade**. 2016. 59 f. Monografia (Mestrado Profissional Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/3110>. Acesso em: 08 jan. 2021.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio brasileiro**. [São Paulo: USP], 2018. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 17 dez. 2020.

CLIMATEMPO. **Climatologia em Itaguara, MG**, c2021. Site. Disponível em <https://www.climatempo.com.br/climatologia/3789/itaguara-mg>. Acesso em: 05 mar. 2021.

COMO a temperatura afeta a ingestão de alimentos e água da vaca? Educapoint, [S. l.], 13 jun. 2019. Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-leite/efeito-temperatura-ingestao-alimentos-agua/>. Acesso em: 08 mar. 2021.

COMPOST Barn: é possível garantir a boa saúde da glândula mamária? Educapoint, [S. l.], 07 ago. 2018. Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-leite/compost-saude-glandula-mamaria/>. Acesso em: 06 jan. 2021.

COMPOST Barn: confira 4 erros frequentes de manejo. Educapoint, [S. l.], 04 dez. 2020. Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-leite/compost-barn-erros-frequentes/>. Acesso em: 07 mar. 2021.

COTTA, J. A. de O. *et al.* **Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem**. Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 65-78, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522015000100065&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 17 fev. 2021.

DALCIN, V. C. **Parâmetros Fisiológicos em bovinos leiteiros submetidos ao estresse térmico**. 2013. 34 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/89729>. Acesso em: 06 jan. 2021

DAMASCENO, F. A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. 2012, 391 f. 124 Tese (Agricultural Engineering's) Engineering's Graduate Program, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012. Disponível em: www.locus.ufv.br. Acesso em: 07 jan. 2021

DAMASCENO, F. A. *et al.* **Compost Barn como alternativa para a produção leiteira**. 1. ed. Local de publicação: Gulliver, 2020.

EMBRAPA. **Sistema Compost Barn: caracterização dos parâmetros de qualidade do leite e mastite, reprodutivos, bem estar animal, do composto e econômicos em condições tropicais.** [S.l.], 2018. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/209863/sistema-compost-barn-caracterizacao-dos-parametros-de-qualidade-do-leite-e-mastite-reprodutivos-bem-estar-animal-do-composto-e-economicos-em-condicoes-tropicais>>. Acesso em: 07 mar. 2021.

ENDRES, M. I. **Compost Bedded Pack Barns – Can They Work For You?** WCDS Advances in Dairy Technology, v.21 p. 271-279, 2009. Disponível em: <https://wcds.ualberta.ca/wcds/wp-content/uploads/sites/57/wcds_archive/Archive/2009/Manuscripts/CompostBedded.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.

ENDRES, M. I.; BARBERG, A. E. **Behavior of Dairy Cows in an Alternative BeddedPack Housing System.** Journal of Dairy Science, v.90, n. 9, p. 4192-4200, 2007. Disponível em: <[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(07\)71878-7/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(07)71878-7/pdf)>. Acesso em: 05 jan. 2021

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2013-2014.** Florianópolis: Secretaria da Agricultura e da Pesca, 2014. 211p. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2014.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

FERREIRA, R. A. **Maior Produção com Melhor Ambiente:** Para Aves, suínos e bovinos. Aprenda Fácil Editora: 3ed, Viçosa, MG, 2016. 528 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Gateway to dairy production and products.** Disponível em: <http://www.fao.org/dairy-production-products/en/#.V3AZwbgrLIV>. Acesso em: 05 mar. 2021.

GUIMARAES, J. D. et al. **Eficiências Reprodutiva e Produtiva em Vacas das Raças Gir, Holandês e Cruzadas Holandês x Zebu.** Rev. Bras. Zootec., Viçosa, v. 31, n. 2, p. 641-647, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982002000300014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jan. 2021.

JOHNSON, H.D. **Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change.** International Journal of Biometeorology, Lisse, v.24, p.65-78, 1980.

KEMER, A. **Índices de conforto térmico para bovinos de leite no planalto catarinense.** 2015. Projetos em Ciências Rurais (Graduação em Ciências Rurais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2015. 24 p. Disponível em: <http://docplayer.com.br/28911383-Indices-de-conforto-termico-para-bovinos-de-leite-no-planalto-catarinense.html>. Acesso em: 20 jan. 2021.

LEGRAND, A.; SCHÜTZ, K. E.; TUCKER, C. B. **Using water to cool cattle: Behavioral and physiological changes associated with voluntary use of cow showers.** Journal of Dairy Science, v. 94, p. 3376–3386, 2011. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21700023/>>. Acesso em: 12 jan. 2021

- KLOSOWSKI, E. S. et al. **Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.283-288, 2002. Disponível em: <<http://www.sbagro.org/files/biblioteca/1339.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2021.
- MCDOWELL, R.E. (1972). **Improvement of livestock production in warm climates**. W. H. Freeman & Company, San Francisco. Disponível em: <[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=708206](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=708206)>. Acesso em: 09 jan. 2021
- MOTA, V. C.; ANDRADE, E. T. de; LEITE, D. F. **Sistema de confinamento Compost Barn: interações entre índices de conforto, características fisiológicas, escore de higiene e claudicação**. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama, v. 23, n. 1 cont., e2308, 2020. p. 2
- MOTA, V. C.; DAMASCENO, F. A.; LEITE, D. F. **Fuzzy clustering and fuzzy validity measures for knowledge discovery and decision making in agricultural engineering**. Computers and Electronics in Agriculture, Amsterdã - Holanda, v. 150, p. 118-124. 2018.
- MOTA, V. C. et al. **Confinamento para bovinos leiteiros: Histórico e características**. Pubvet, v. 11 Nº 05 p. 424-537 (2017). Disponível em: <<https://www.pubvet.com.br/artigo/3864/confinamento-para-bovinos-leiteiros-histoacuterico-e-caracteriacutesticas>>. Acesso em: 11 jan. 2021
- NAAS, I. A.; ARCARO JUNIOR, I. **Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 139-142. abr. 2001..
- PEREIRA, M. R. Avaliação do comportamento e do bem-estar de vacas criadas em sistema compost barn em condições tropicais. 2017. 77 f. Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- 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.
- PILATTI, J. A. **O comportamento diurno e bem-estar de vacas em sistema de confinamento Compost Barn**. 2017. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017. 150 p.
- PINHEIRO, A. DA C. *et al.* **Características anatomofisiológicas de adaptação de bovinos leiteiros ao ambiente tropical**. Agropecuária Técnica, v. 36, n. 1, p. 280-293, 3 nov. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/22280/14185>>. Acesso em: 06 jan. 2021
- PIRES, M.F.A. *et al.* **Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte, v. 54, n. 1, p. 57-63, Feb. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352002000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 jan. 2021.

PROCREARE. **A Raça Holandesa, conhecida como a maior produtora de leite.** [S.l.], 19 out. 2016. Disponível em: <<https://procreare.com.br/a-raca-holandesa/#:~:text=O%20gado%20holand%C3%AAs%20%C3%A9%20um,e%20t%C3%AAs%20pontas%20escuras.>>. Acesso em: 25 fev. 2021.

Recorde Mundial em produção de leite, conheça! CompreRural, [S.l.], 10 fev. 2020. Disponível em: <<https://www.comprerural.com/recorde-mundial-em-producao-de-leite-conheca/#:~:text=A%20vaca%20que%20possui%20o,de%20leite%20em%20%C3%BAnico%20dia.>>. Acesso em: 25 fev. 2021.

REZENDE, M. **O leite, sua grandeza e a geração de emprego e renda.** *Portal DBO*, [S. l.], 27 mai. 2019. Disponível em: <<https://www.portaldbo.com.br/o-leite-e-sua-grandeza/>>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ROENFELDT, S. **You can't afford to ignore heat stress.** *Dairy Manage.* v. 35, p. 6–12, 1998. Disponível em: <<https://www.scienceopen.com/document?vid=99ca03ce-55cb-45e1-8158-1ab66e00a2cf>>. Acesso em: 07 jan. 2021.

ROSENBERG, L. J.; BIAD, B. L.; VERNIS, S. B. **Human and animal biometeorology. Microclimate: the biological environment.** 2nd. New York: Wiley-Interscience, p. 425-467, 1983.

SALGADO, L. F. F et al. **A Raça Girolando: História, Evolução e Importância no Cenário da Pecuária Leiteira Nacional.** 2016, 14 f. Boletim Técnico da Universidade Brasil, Departamento de Produção Animal. Disponível em: <https://universidadebrasil.edu.br/portal/_biblioteca/uploads/20190610152942.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2021.

SANTOS, M. V. **Compost barn vs free stall: diferenças de ocorrência de mastite e conforto.** *Milk Point*, [S. l.], 16 ago. 2016. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/compost-barn-vs-free-stall-diferencas-de-ocorrencia-de-mastite-e-conforto-206035n.aspx>>. Acesso em: 23 fev. 2021.

SANTOS, M. V.; SILANO, C. **Compost Barn: uma alternativa para o confinamento de vacas leiteiras.** *Milk Point*, [S. l.], 10 jan. 2012. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/compost-barn-uma-alternativa-para-o-confinamento-de-vacas-leiteiras-204771n.aspx>>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SCHÜTZ, K. E. et al. **The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle.** *Journal of Dairy Science*, v. 93, p. 125–133, 2010. Disponível em: <[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(10\)70272-1/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(10)70272-1/fulltext)>. Acesso em: 09 jan. 2021.

SOUSA E SILVA, C. F. **Influência do sistema Compost Barn sobre a produtividade, qualidade do leite e índices reprodutivos.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2018. 59 p. Disponível em: <<https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/cozoo/TCC%20com%20assinaturas%20%20Camila%20Fernanda%20de%20Sousa%20e%20Silva%20-%20Versao%20Final.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

