

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**QUALIDADE DO LEITE, SAÚDE DA GLÂNDULA
MAMÁRIA, PADRÕES FISIOLÓGICOS E
COMPORTAMENTAIS DE VACAS LACTANTES, EM
SISTEMA *COMPOST BARN* NO SEMIÁRIDO**

Suelange Oliveira Cruz

**SÃO CRISTÓVÃO – SE
2025**

**QUALIDADE DO LEITE, SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA,
PADRÕES FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE VACAS
LACTANTES, EM SISTEMA *COMPOST BARN* NO SEMIÁRIDO**

**Suelange Oliveira Cruz
Zootecnista**

Dissertação apresentada ao Colegiado do
Programa de Pós-Graduação Integrado em
Zootecnia, como requisito parcial para a
obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Orientador (a): Prof. Dr. Gladston
Rafael de Arruda Santos
Coorientador (a): Profa. Dra. Lígia
Maria Gomes Barreto

**SÃO CRISTÓVÃO – SE
2025**

FICHA CATALOGRÁFICA

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

C957q Cruz, Suelange Oliveira.
Qualidade do leite, saúde da glândula mamária, padrões fisiológicos e comportamentais de vacas lactantes, em sistema *compost barn* no semiárido / Suelange Oliveira Cruz; orientador Gladston Rafael de Arruda Santos. - São Cristóvão, SE, 2025.
81 f.: il.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, 2025.

1. Bovinos de leite. 2. Mastite. 3. Úbere - Doenças. 4. Bovinos – Doenças. 5. Leite – Produção. 6. Leite – Qualidade. 7. Fisiologia. I. Santos, Gladston Rafael de Arruda, orient. II. Título.

CDU 636.28

QUALIDADE DO LEITE, SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA, PADRÕES FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE VACAS LACTANTES, EM SISTEMA *COMPOST BARN* NO SEMIÁRIDO

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Suelange Oliveira Cruz

Aprovada em 31 de janeiro de 2025

Documento assinado digitalmente
 **GLADSTON RAFAEL DE ARRUDA SANTOS**
Data: 31/03/2025 10:55:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gladston Rafael de Arruda Santos (UFS)
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **LIGIA MARIA GOMES BARRETO**
Data: 01/04/2025 22:42:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Lígia Maria Gomes Barreto (UFS)
Coorientadora

Documento assinado digitalmente
 **JULIANA PAULA FELIPE DE OLIVEIRA FREITAS**
Data: 02/04/2025 20:58:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Juliana Paula Felipe de Oliveira (UFS)
Examinadora Externa

Documento assinado digitalmente
 **MONICA ALIXANDRINA DA SILVA ARRUDA SANTOS**
Data: 03/04/2025 10:01:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Monica Alixandrina da Silva Arruda Santos (IFS)
Examinadora Externa

**SÃO CRISTÓVÃO – SE
2025**

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser autor de meu destino, e à minha família que, com muito amor, carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.”

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me deu força, sabedoria e coragem ao longo de toda a jornada. Sem Ele, nada disso teria sido possível. Tudo é por Ele e para Ele.

A minha família, pelo amor incondicional e apoio constante, que foram fundamentais em todos os momentos dessa caminhada. Aos meus pais, Gilvan e Maria Helena, pela educação, por todos os ensinamentos e incentivo para seguir meus sonhos e superar os obstáculos desta jornada. Às minhas irmãs, Suzany e Suelena, ao meu sobrinho, Levy, e ao meu cunhado, Wagner, pela presença constante e por sonharem junto comigo.

Ao meu esposo, Pedro, por todo companheirismo, pela paciência, por toda compreensão nas minhas ausências e, principalmente, por me incentivar, me apoiar de todas as formas possíveis e por acreditar tanto em mim.

Ao meu orientador, professor Gladston Rafael, pela orientação, dedicação e confiança ao longo deste processo. Por todo auxílio em todas as etapas e por me fazer entender que “na pós-graduação também existe vida”.

À minha coorientadora, professora Lígia Barreto, que carinhosamente a chamo de segunda mãe, pelo suporte com esse projeto, pelas valiosas contribuições na minha jornada acadêmica, por sempre me incentivar a buscar o melhor e, especialmente, por sempre me oferecer o ombro amigo nos momentos de dificuldade.

Aos demais professores integrantes do projeto, Juliana Paula, Glenda Lídice, Patrícia de Azevedo e Welington Gonzaga, meus agradecimentos. Agradeço de forma especial à professora Juliana Paula, que com tanta dedicação, paciência e generosidade me auxiliou em todas as etapas deste processo e sempre se dispôs a ajudar em tudo, além de me oferecer a sua sincera amizade.

Agradeço ainda aos professores Valdir, pela paciência e pela valiosa contribuição com a estatística deste trabalho, Braúlio Rocha, Simone Vilela e João Barbosa, pela colaboração com equipamentos e materiais essenciais para as análises laboratoriais desta pesquisa.

A minha equipe maravilhosa de bolsistas e voluntários, Ademio, Adriele França, Adriele Renata, André, Andreina, Anthony, Artemio, Bianca, Clara, Elias, Glória, Izabela, Lorrane, Luan, Maria Paula, Mariana, Moisés, Neto, Rian, Thaynara e Thiago, que se doaram com tanto empenho e dedicação ao longo da realização do experimento e principalmente por tornar tudo mais leve com boas risadas. Sem a ajuda e o comprometimento de cada um de vocês, este trabalho não teria alcançado o sucesso esperado.

Agradeço à fazenda Santa Clara, onde foi realizado o experimento, pela parceria e por abrir as portas para a realização desta pesquisa.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa, possibilitando dedicação integral à pesquisa.

E por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo meu sincero agradecimento.

EPÍGRAFE

“É justo que muito custe o que muito vale”
Santa Teresa d'Ávila

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Hipótese.....	17
1.2	Objetivos.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	Sistema de confinamento <i>compost barn</i>	18
2.2	Efeito do ambiente sobre o bem-estar de vacas leiteiras em <i>compost barn</i> 19	
2.3	Integridade física, sanidade e comportamento de vacas leiteiras em <i>compost barn</i>	21
2.4	Fatores que predispõe a ocorrência de mastite em vacas leiteiras	23
2.5	Fatores que influenciam a produção e qualidade do leite.....	24
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
	CAPÍTULO 1 – ARTIGO 1.....	33
	INTRODUÇÃO	33
	MATERIAL E MÉTODOS	34
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	CAPÍTULO 2 – ARTIGO 2.....	55
	INTRODUÇÃO	55
	MATERIAL E MÉTODOS	56
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
	CONCLUSÃO.....	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 - Localização da área de estudo	34
Figura 2 - Avaliação da produção de leite através de medidor de leite automático.....	36
Figura 3 - Realização da análise microbiológica	37
Figura 4 - Análises de acidez de leite: A-Teste de alizarol; B-Acidez titulável .	38
Figura 5 - Avaliação de mastite subclínica pelo teste de CMT	39
Figura 6 - Esquema ilustrativo para avaliação do escore de higiene de úbere e pernas	40
Figura 7 - Esquema ilustrativo de avaliação dos tetos sem e com hiperqueratose em diferentes graus.....	41
Figura 8 - Médias de temperatura e umidade relativa por meses de coleta, no período seco e chuvoso	42
Figura 9 - Região do úbere da vaca com sujidade (A) e sem sujidade (B)	49
Figura 10 - Teto com início de hiperqueratose (A) e com grau de hiperqueratose avançado (B)	51

CAPÍTULO 2

Figura 1- Médias de temperatura e umidade dentro do compost barn no período seco e chuvoso	65
Figura 2- Índices de conforto térmico no compost barn no período seco e chuvoso.....	67
Figura 3 - Parâmetros fisiológicos observados nas vacas em lactação ao longo das 24 horas durante o período chuvoso.	74
Figura 4 - Parâmetros fisiológicos observados nas vacas em lactação ao longo das 24 horas durante o período seco.....	75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Dados climáticos por meses de coleta no período seco e chuvoso .	42
Tabela 2. Produção média diária de leite de vacas mantidas em compost barn nos períodos chuvoso e seco.....	43
Tabela 3. Teores médios dos componentes do leite de vacas mantidas em compost barn no período chuvoso e seco.....	44
Tabela 4. Parâmetros da qualidade do leite de vacas alojadas em <i>compost barn</i> nos períodos seco e chuvoso.....	45
Tabela 5. Parâmetros médios de acidez do leite de vacas por meio de diferentes testes e leite instável não ácido nos períodos chuvoso e seco	46
Tabela 6. Saúde da glândula mamária de vacas leiteiras em compost barn no período chuvoso e seco	47
Tabela 7. Higiene da região do jarrete e úbere das vacas no período chuvoso e seco.....	48
Tabela 8. Hiperqueratose de tetos por quarto mamário nas avaliações do período chuvoso e seco	50

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Temperatura e umidade relativa do ar dentro do sistema compost barn no período seco e chuvoso	64
Tabela 2. Índices de conforto térmico no ambiente dentro do compost barn no período seco e chuvoso	66
Tabela 3. Médias de temperaturas da cama do compost barn no período seco e chuvoso.....	68
Tabela 4. Ventilação na superfície da cama e a 1,5m de altura no período seco e chuvoso.....	69
Tabela 5. Umidade da cama do compost barn no período seco e chuvoso	70
Tabela 6. Umidade da cama antes e após o manejo de revolvimento diário ...	71
Tabela 7. Escore médio de claudicação das vacas no período seco e chuvoso	72
Tabela 8. Médias das variáveis fisiológicas avaliadas nas vacas em lactação em função do período seco ou chuvoso.....	73

Tabela 9. Frequência média dos comportamentos das vacas no intervalo de 24 horas no período seco e chuvoso	76
---	----

Tabela 10. Médias do temperamento, reatividade, descida do leite e duração da ordenha no período seco e chuvoso	78
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição dos escores de locomoção das vacas.....	59
Quadro 2 - Descrição dos comportamentos avaliados.....	61
Quadro 3 - Comportamentos avaliados no ambiente de ordenha.....	62
Quadro 4 - Descrição dos escore temperamental atribuído aos animais	63

QUALIDADE DO LEITE, SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA, PADRÕES FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE VACAS LACTANTES, EM SISTEMA *COMPOST BARN* NO SEMIÁRIDO

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar a produção e qualidade do leite, as condições de saúde da glândula mamária, o ambiente térmico, as condições de cama, a locomoção, parâmetros fisiológicos, o comportamento e o temperamento de vacas leiteiras em lactação, manejadas em sistema de confinamento do tipo *compost barn*, nas estações seca e chuvosa, em região semiárida. O estudo foi realizado em uma fazenda comercial no município de Nossa Senhora da Glória, no Alto Sertão de Sergipe, utilizando 30 vacas da raça Girolando. As variáveis analisadas incluíram a caracterização térmica do ambiente, a produção e composição do leite, a contagem de células somáticas (CCS), a contagem padrão em placa (CPP), a acidez do leite, a ocorrência de mastite, a higiene de jarrete e úbere, a hiperqueratose dos tetos, além de parâmetros fisiológicos, comportamentais, de claudicação, qualidade da cama e índices de conforto térmico. Os resultados indicaram que a época do ano influenciou significativamente a produção e alguns parâmetros da qualidade do leite, a qualidade da cama, e os parâmetros fisiológicos e comportamentais. No entanto, não foram observadas diferenças significativas na contagem de células somáticas, na contagem padrão em placas, nas condições de higiene dos animais, na ocorrência de mastite, na hiperqueratose de tetos e na claudicação. Assim, conclui-se que a época do ano exerce influência sobre aspectos fisiológicos, comportamentais e sobre alguns parâmetros da qualidade do leite de vacas em lactação em sistema *compost barn*.

Palavras-chaves: Bem-estar; Confinamento; Mastite; Sanidade; Vacas leiteiras.

MILK QUALITY, MAMMARY GLAND HEALTH, PHYSIOLOGICAL AND BEHAVIORAL PATTERNS OF LACTATING COWS, IN A *COMPOST BARN* SYSTEM IN THE SEMI-ARID REGION

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate milk production and quality, mammary gland health status, thermal environment, bedding conditions, locomotion, physiological parameters, behavior and temperament of lactating dairy cows managed in a *compost barn* confinement system during the dry and rainy seasons in a semi-arid region. The study was carried out on a commercial farm in the municipality of Nossa Senhora da Glória, in the *Alto Sertão* region of Sergipe, using 30 Girolando cows. The variables analyzed included the thermal characterization of the environment, milk production and composition, somatic cell count (SCC), standard plate count (SPC), milk acidity, occurrence of mastitis, hock and udder hygiene, teat hyperkeratosis, as well as physiological, behavioral, lameness, bedding quality and thermal comfort indices. The results indicated that the time of year significantly influenced milk production and some parameters of milk quality, litter quality, and physiological and behavioral parameters. However, no significant differences were observed in the somatic cell count, standard plate count, animal hygiene conditions, occurrence of mastitis, teat hyperkeratosis, and lameness. Thus, it is concluded that the time of year influences physiological and behavioral aspects as well as some parameters of milk quality of lactating cows in a *compost barn* system.

Key words: Well-being; Lockdown; Mastitis; Sanity; Dairy cows.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de confinamento para alojar vacas leiteiras do tipo *compost barn* (CB) tem recebido cada vez mais atenção pelo seu potencial de melhorar o bem-estar animal. No confinamento em CB, as vacas podem viver livremente, em área de descanso aberta e coletiva, sobre uma cama de material orgânico que diariamente é misturado com as excretas dos animais (LESO et al., 2020).

O sucesso do sistema de confinamento em CB depende da boa administração, para fornecer condições para as vacas, que possam resultar em saúde, longevidade, produtividade e bem-estar. De acordo com Hurnik (1992), bem-estar animal é o "estado de harmonia entre o animal e seu ambiente, caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas e alta qualidade de vida do animal". Uma ferramenta de avaliação do bem-estar é por meio de índices de conforto térmico, como o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura do globo e umidade (ITGU), associados a respostas fisiológicas dos animais. Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos com o intuito de caracterizar as zonas de conforto adequadas para cada fase de produção em que se encontra uma espécie (SAMPAIO, 2019).

Além de influenciar o bem-estar dos animais, quando manejado incorretamente, o sistema CB pode gerar problemas de saúde, como elevada contagem de células somáticas, mastite e baixos índices de higiene (LOBECK et al., 2011). A mastite é uma doença inflamatória da glândula mamária, que gera prejuízos em propriedades produtoras de leite, e pode ser classificada de acordo com a forma em que se apresenta, em clínica e subclínica, e conforme o modo de contágio do patógeno, em contagiosa e ambiental (FONSECA et al., 2021).

A mastite em animais de produção causa redução na produtividade e perda na qualidade do leite produzido. A redução na produção acontece devido às injúrias das células do tecido secretor do úbere, que por sua vez irá reduzir a síntese dos componentes, e a alteração da composição do leite ocorre devido ao efeito da barreira lacto-sanguínea, aumentando a permeabilidade da membrana e favorecendo a passagem dos componentes do sangue para o leite (RODRIGUES et al., 2018).

O clima e a época do ano são fatores que também podem alterar a produção e a qualidade do leite pela variação de fatores climáticos como temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa e estação do ano (FAGAN et al., 2008). Em estudo conduzido por Henrichs et al. (2014), avaliando a influência da estação do ano sobre a qualidade do leite em Curitiba-PR, verificaram altos valores de contagens de células somáticas (CCS) e contagem padrão por placa (CPP) em amostras de leite coletadas no verão. Nakamura et al. (2012), em estudo correlacionando fatores climáticos como umidade, temperatura e precipitação com a qualidade do leite, concluíram que as variáveis umidade e precipitação pluviométrica apresentam correlação positiva para CCS e CPP devido ao aumento de sujidades. Jamas et al. (2018), avaliando as mesmas variáveis, observaram que há influência sobre a qualidade do leite, uma vez que estes fatores potencializam a sujidade dos animais, dificultando a higiene no momento da ordenha.

No entanto, ainda existe vagas informações acerca de aspectos comportamentais, produtivos e sanitários de vacas leiteiras em sistemas de CB em ambientes semiáridos. A avaliação das condições ambientais na criação de gado leiteiro em confinamento deve ser realizada para identificar possíveis causas de estresse e auxiliar os produtores na tomada de decisão. A utilização de sistema de *compost barn* no semiárido brasileiro recente, com vários aspectos que precisam ser estudados e hipóteses a serem afirmadas, uma vez que estão sujeitos a altas temperaturas no ambiente externo (SILVA et al., 2020).

Diante do exposto, consideramos que o desenvolvimento de estudos em sistema *compost barn* é relevante, principalmente no Sertão Sergipano, devido ao aumento do número de instalação de CB nessa região, existindo a necessidade de avaliar se os benefícios para os animais apontados por trabalhos realizados em outro tipo de condição climática, também refletem nos animais criados nas condições do semiárido de Sergipe.

1.1 Hipótese

Hipotetiza-se que a época do ano pode afetar o bem-estar, o comportamento e a produção e qualidade do leite, além de aumentar infecções intramamárias de vacas em lactação alojadas em sistema de confinamento *compost barn* em região Semiárida.

1.2 Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

- Avaliar os efeitos da época do ano sobre a saúde da glândula mamária, a qualidade do leite, padrões fisiológicos e comportamentais de vacas em lactação mantidas em sistema de confinamento *compost barn*, em região semiárida.

1.1.2. Objetivos específicos

- Avaliar o ambiente experimentado pelas vacas em sistema de confinamento *compost barn*, nas estações seca e chuvosa, em ambiente semiárido.
- Avaliar a produção, a saúde da glândula mamária e parâmetros da qualidade do leite de vacas leiteiras mantidas em sistema em *compost barn*, nas estações seca e chuvosa, em ambiente semiárido.
- Avaliar parâmetros fisiológicos e comportamentais das vacas leiteiras mantidas em sistema de confinamento *compost barn*, nas estações seca e chuvosa, em ambiente semiárido.
- Verificar ocorrência de hiperqueratose de tetos e higiene de jarrete e úbere das vacas leiteiras mantidas em *compost barn*, nas estações seca e chuvosa, em ambiente semiárido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema de confinamento *compost barn*

Dentre os sistemas de confinamento utilizados para criação de vacas leiteiras destaca-se o *compost barn* (CB), que é um sistema onde os animais permanecem alojados soltos e caminham livremente, sob uma cama de compostagem, que precisa ser revolvida para incorporar os dejetos dos animais com o material depositado na cama e promover aeração para uma melhor decomposição dos dejetos pelos microrganismos aeróbicos (ZANETONI et al., 2022).

Esse sistema surgiu na década de 80 nos EUA, como adaptação do sistema *loose housing* e alternativo ao sistema *Free Stall*, e devido a satisfação dos produtores, o sistema se difundiu por todo o mundo, inclusive no Brasil (RADAVELLI, 2018). Dois irmãos, no estado americano de Virginia, desenvolveram o primeiro galpão de CB, despertando a curiosidade pelo sistema por outros produtores e levando a construção de mais exemplares na região (JANNI et al., 2007). Em 2001, foi implantando no estado de Minnesota, um dos primeiros modelos e o mais parecido com os modelos atuais desenvolvidos no país (BARBERG et al., 2007).

O sistema CB caracteriza-se por um galpão coberto, com uma cama para descanso dos animais e uma pista de alimentação que contém linha de cocho e bebedouros. Conforme Janni et al. (2007), a pista de alimentação deve ser revestida com piso de concreto e possuir ranhuras para melhor aderência dos animais.

O material utilizado na cama deve ser orgânico e possuir alta relação carbono:nitrogênio (C:N), para que haja degradação pelos microrganismos aeróbicos (RYNK, et al., 1992). O material mais utilizado na composição da cama do sistema CB são raspas de madeira seca e serragem, porém, materiais alternativos podem ser utilizados para compor a cama do CB, como palha de trigo ou soja, cascas de arroz ou café, semente de linhaça e papel (DAMASCENO, 2012; SHANE et al., 2010).

A escolha do sistema de ventilação é um dos fatores que deve ser considerados na implantação do sistema CB, pois favorece o correto funcionamento do sistema através da remoção de gases e calor, da secagem da

cama e da manutenção de ambiente favorável aos animais (OLIVEIRA et al., 2016). A ventilação dentro do sistema pode ser alcançada de forma natural, porém quando a ventilação natural não for suficiente, torna-se alternativo o uso de ventilação mecânica, por meio de ventiladores de alto volume e baixa rotação ou baixo volume e alta rotação, sendo esses os mais utilizados (LESO, et al., 2020).

Na construção da estrutura os materiais mais utilizados nos pilares e telhado são o concreto, estruturas metálicas galvanizadas e madeira, porém diferem-se em durabilidade e custo, devendo ser avaliadas de acordo com a disponibilidade e o custo-benefício de cada região (CALDATO, 2019).

Conforme Peixoto (2017), o sistema CB apresenta algumas vantagens como maior conforto aos animais alojados, redução das lesões de casco, níveis de sujeira baixos na região do úbere e jarrete, facilidade de observação de cio e aproveitamento da cama como fertilizante em lavouras, entre outros. Porém, se manejado de forma inadequada o sistema pode gerar problemas de saúde aos animais, como elevada contagem de células somáticas, mastite e baixos índices de higiene (LOBECK et al., 2011).

2.2 Efeito do ambiente sobre o bem-estar de vacas leiteiras em *compost barn*

O bem-estar animal define-se como o estado do animal sob as tentativas de se adaptar ao ambiente em que se encontra, o que representa uma maior dificuldade pelo animal em adaptar-se a um ambiente que oferece maiores desafios, gerando como consequência um menor grau de bem-estar (BROOM, 1986). Para que o ambiente seja considerado confortável o animal deve se encontrar em equilíbrio térmico, ou seja, quando o calor produzido é perdido para o ambiente sem causar prejuízos a homeostase do animal (SILVA et al., 2010).

A temperatura ambiental é um fator que, por alterar a troca de calor entre o animal e ambiente, pode influenciar a produtividade das vacas, a taxa de ingestão de alimento e consequentemente afetar exigências nutricionais dos animais (MOTA; ANDRADE; LEITE, 2020).

É possível identificar que no sistema CB há um processo de transferência de calor por convecção da temperatura da cama para o ambiente, verificando a necessidade de manejo de cama eficiente, de no mínimo três vezes ao dia, para

não haver interferência sobre os animais (SILVA et al., 2020). Piovesan & Oliveira (2020) observaram que na ausência de ventilação sob a cama, os animais se posicionam nas laterais da estrutura, deixando nesses pontos maior concentração de urina e fezes, conseqüentemente, compactando mais esses locais, acarretando temperaturas mais elevadas em profundidade de 30 cm, mas que isso era revertido quando ocorria o revolvimento da matéria orgânica sob presença de ventilação.

Uma ferramenta de avaliação do bem-estar é por meio de índices de conforto térmico associados a respostas fisiológicas dos animais. Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos com o intuito de caracterizar as zonas de conforto adequadas para cada fase de produção em que se encontra uma espécie (SAMPAIO, 2019). Um índice bastante utilizado é o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), que em sua fórmula utiliza valores de temperatura e umidade relativa do ar, desenvolvido por Thom (1959). Outro índice é o de temperatura de globo e umidade (ITGU), uma adaptação do ITU, que leva em consideração as influências da radiação solar e os efeitos da ventilação direta e indireta (BUFFINGTON et al. 1981). Além desses, outros índices podem ser avaliados, como Carga Térmica Radiante (CTR) e Entalpia (h) (ESMAY, 1982; WILHELM, 1976).

As respostas fisiológicas, como temperatura corporal e frequência respiratória, podem estar associadas ao estresse, e baseando-se nesta premissa, há uma relação negativa indicando que quando o estresse aumenta o bem-estar diminui (BORELL, 1995).

A frequência respiratória é um mecanismo que promove perda de calor por meio evaporativo, sendo o primeiro sinal visível que os animais apresentam sob stress térmico, podendo aumentar ou diminuir de acordo com duração e intensidade do estresse (MARTELLO et al., 2004). A frequência respiratória pode ser mensurada fazendo uso da técnica de observação dos movimentos do flanco do animal (SAMPAIO, 2019).

A avaliação da temperatura corporal dos animais é uma medida que fornece informações sobre o estado de estresse do animal, já que essa oscila conforme o manejo e aos fatores climáticos ao qual os animais são submetidos (CHACUR et al., 2016). Com intuito de compreender a termorregulação dos animais, avaliar as temperaturas corporal e retal são primordiais (DINIZ et al.,

2020), preconizando o uso de ferramentas não invasivas para que se obtenha dados sem causar estresse aos animais, a exemplo do uso de termômetros e câmeras de infravermelho (ROBERTO; SOUZA, 2014).

Para uma produção de leite eficiente o bem-estar é indispensável, e o CB tem sido associado a um maior bem-estar proporcionado aos animais, já que permite o confinamento de vacas leiteiras com maior conforto, consequentemente maior bem-estar, longevidade dos animais e maior volume de produção de leite (BARBOSA; SILVA; MELO, 2022).

2.3 Integridade física, sanidade e comportamento de vacas leiteiras em *compost barn*

O manejo incorreto do sistema CB em associação a uma elevada produção de leite pode aumentar os riscos de afecções podais e claudicação em bovinos de leite, o que interfere diretamente no desempenho produtivo desses animais (EBLING et al., 2019). Alguns fatores predispõem o surgimento de problemas de cascos nos animais, como a idade, pois animais mais velhos são mais suscetíveis a lesões pela exposição a fatores de risco ao longo da vida, o acúmulo de matéria orgânica, devido a formação de lama na região dos cascos principalmente na estação chuvosa, e a umidade, que causa amolecimento dos cascos e desgaste excessivo (MOLINA et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2004). Nesse contexto, o manejo dos dejetos e a manutenção da cama do CB são os principais desafios que se encontra nesse sistema de confinamento (ALMEIDA et al., 2022).

A higiene dos animais é um indicador de bem-estar que diz muito sobre as instalações em que vive os animais, e pode ser avaliada por meio de observações no corpo do animal, verificando a presença de sujidades aderidas, por exemplo, no úbere, flanco, pernas e cauda dos animais (OLIVEIRA, 2018). Pilatti et al. (2019), avaliando o escore de higiene de vacas em lactação submetidas ao CB, verificou que as vacas se mantiveram limpas, inferindo que o manejo foi adequado no sistema. Em relação a avaliação da higiene de vacas ao longo do ano em oito sistemas de CB, Eckelkamp et al. (2016) puderam encontrar um valor médio de 2,2 em uma classificação de 1 a 4, e consideraram que a umidade foi significativa ($p < 0,01$) quando relacionada a limpeza das vacas.

O grau de higiene dos animais, principalmente na região do úbere e pernas, pode estar associado a ocorrência da mastite em vacas leiteiras (CRUZ et al., 2022).

A mastite é uma doença inflamatória da glândula mamária, que gera prejuízos em propriedades produtoras de leite, e pode ser classificada de acordo com a forma em que se apresenta, em clínica e subclínica, e conforme o modo de contágio do patógeno, em contagiosa e ambiental (FONSECA et al., 2021). O manejo inadequado do sistema CB pode estar associado a ocorrência de mastite ambiental, principalmente pelos microrganismos *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. e *Streptococcus uberis* (FERREIRA; RIBEIRO, 2022). Essa associação pode ocorrer devido alta concentração de bactérias que podem estar presentes na cama, principalmente os coliformes, o que estabelece uma correlação positiva com a quantidade de bactéria na pele dos tetos (BLACK et al., 2014).

Vacas multíparas e primíparas apresentam comportamentos distintos quando agrupadas nesses sistemas, o que pode afetar o bem-estar dentro do alojamento. Pilatti et al., (2019) identificaram possíveis problemas críticos associados a mudanças comportamentais nestes dois grupos de vacas, onde as multíparas apresentaram maior probabilidade de comportamentos agonísticos e maiores escores de higiene do que vacas primíparas, concluindo que vacas multíparas foram mais sensíveis às condições de estresse térmico que levaram à aglomeração das vacas, causando disputas por recursos como ventilação, espaço e água. De acordo com trabalho conduzido por Endres & Barberg (2007), em 12 fazendas de Minnesota (USA), observou-se que o sistema de CB é adequado para vacas leiteiras, uma vez que proporciona comportamentos em posições naturais de descanso e interações sociais entre os animais.

Os animais podem apresentar respostas temperamentais a certos desafios ambientais que são submetidos, onde essas respostas podem ser avaliadas e caracterizadas a partir de testes de temperamento, já que a exposição dos animais a técnicas de criação cada vez mais intensivas pode gerar alterações no bem-estar, como é o caso da submissão dos animais a instalações de confinamento mal manejadas e ordenha mecanizada com equipamento de ordenha desregulado. Cavallina et al. (2008) ao observarem a resposta comportamental de búfalas submetidas a ordenha mecânica, verificaram que os comportamentos indicadores de estresse, como coices,

defecação, micção, derrubadas de teteiras foram mais frequentes em fêmeas primíparas, o que se torna de grande valia a mensuração dessa resposta em vacas com sistema mais moderno de instalações.

2.4 Fatores que predispõe a ocorrência de mastite em vacas leiteiras

O esfíncter do teto atua como barreira principal na prevenção de infecções intramamárias, e quando sofre alguma agressão repetida ocorre crescimento excessivo na ponta do teto chamado de hiperqueratose.

Tetos de vacas que apresentam hiperqueratose possuem 8,3 vezes mais chance de ocorrência de infecções intramamárias se comparado a tetos saudáveis (COTTA et al., 2020). Para avaliação do grau de hiperqueratose dos tetos dos animais, Mein et al., (2001) propõem fazer avaliação da ponta do teto e classificar o grau de hiperqueratose em escore, onde o escore N são tetos sem formação de anel de queratina, escore S são tetos que possuem pequena formação de anel de queratina, escore R são tetos com anel rugoso, com dobras de queratina estendendo-se de um a três milímetros do orifício do teto e escore VR são os tetos com anel rugoso, com dobras de queratina estendendo-se de quatro ou mais milímetros do orifício do teto com aspecto de flor. Em seu estudo, Abdelghany et al. (2021), avaliando a relação entre a hiperqueratose de tetos e a contagem de células somáticas em vacas leiteiras, concluíram que o número de células somáticas aumenta em tetos com alto grau de hiperqueratose, bem como há redução de proteína e gordura do leite.

Úberes e tetos com presença de sujidade é uma fonte de microrganismos indesejáveis para a glândula mamária, principalmente para vacas que apresentem tetos contendo hiperqueratose (FONSECA et al., 2016). Com a implantação dos sistemas de confinamento, o ambiente onde os animais são mantidos facilita o manejo com os animais, mas, por outro lado, pelo fato de estarem sempre permanentes sobre camas, deixa-os susceptíveis à mastite, pela presença de material orgânico em contato direto com a pele dos tetos dos animais (CAMPOS; TÚLIO, 2018).

A região do jarrete das vacas é um lugar que pode acumular microrganismos, e a proximidade com os tetos quando as vacas estão deitadas, pode aumentar o risco de transmissão de infecções intramamárias (CAPURRO

et al., 2010). A avaliação da sujidade de úbere e jarrete torna-se uma alternativa para avaliar o grau de sujidade dos animais e os desafios enfrentados pelo ambiente. Schreiner & Ruegg (2002) propõem avaliar o grau de higiene do úbere e pernas atribuindo escores, sendo o escore 1 quando as regiões estão isentas de sujeira, totalmente limpas, o escore 2 quando há de 2 a 10% das áreas com sujidade, o escore 3 quando de 10 a 30% das áreas têm sujidade e escore 4 quando têm sujidade em mais de 30% das áreas. Em uma avaliação de 540 vacas criadas a pasto, Rowe et al. (2021) puderam demonstrar quando se aumenta as proporções de vacas com má higiene do úbere há taxas mais altas de mastite clínica.

2.5 Fatores que influenciam a produção e qualidade do leite

A produção e a qualidade do leite podem ser influenciadas por diversos fatores, dentre eles a alimentação, a genética dos animais, a saúde e bem-estar dos animais, o clima, e a higiene no processo de obtenção e armazenamento do leite (LEIRA et al., 2018).

É de extrema importância que a alimentação dos animais seja composta por nutrientes que atendam às exigências nutricionais, principalmente animais de produção como os ruminantes. O uso da fibra na alimentação de ruminantes estimula a mastigação e por consequência a salivação, contribuindo na manutenção do pH ruminal (OLIVEIRA et al., 2016). A dieta de vacas leiteiras deve conter concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) (25 a 33%), fibra em detergente ácido (FDA) (17 a 21%) e carboidratos não fibrosos (CNF) (36 a 44%) (NRC, 2001). A FDN pode ser dividida em fisicamente efetiva (FDNfe) e efetiva (FDNe). A FDNfe é responsável pela mastigação que ativa a secreção salivar e irá neutralizar os ácidos produzidos no rúmen devido aos componentes tamponantes presentes na saliva (SANTOS et al., 2020). E a FDNe, é responsável, por exemplo, pelo teor de gordura presente no leite (SILVA; NEUMENN, 2012). Para que os animais mantenham um pH ruminal que permita a sobrevivência da flora responsável por digerir a fibra no rúmen, sem prejudicar o consumo dos alimentos, Zebeli et al. (2012) propôs que entre 14,8 e 19,6% da matéria seca de FDN com tamanho acima de 8 mm seria a faixa segura de formulação para FDNfe.

A produção e composição do leite pode variar dentro da própria espécie, onde a diferença principalmente ocorre nos teores de gordura e proteína. Um exemplo é as raças Holandesa e Jersey, sendo as maiores produtoras de leite vacas da raça Holandesa, já o maior teor de gordura no leite é característico de animais da raça Jersey (GONZÁLEZ et al., 2001). Uma alternativa para rebanhos que apresentem baixas concentração dos sólidos totais no leite devido a genética, o melhoramento é uma boa opção, pois para estas características a herdabilidade é alta (HARTMANN, 2002).

Problemas que incidem diretamente sobre o bem-estar dos animais, causando dor ou desconforto traz consequências diretas para a saúde do animal, pois estresse causa perda de apetite, baixa a imunidade e torna-os mais vulneráveis a doenças (RODRIGUES et al., 2010). Uma doença que mais acomete vacas leiteiras com sistema imunológico comprometido é a mastite, pois o animal fica sem barreira imunológica para combater os patógenos que invadem a glândula mamária e causa a redução na produção e alterações nos componentes do leite (SANTOS; GUERIOS, 2020). A redução na produção acontece devido à injúrias das células do tecido secretor do úbere, que por sua vez irá reduzir a síntese dos componentes, e a composição altera-se devido à modificação da barreira lacto-sanguínea, aumentando a permeabilidade da membrana e favorecendo a passagem dos componentes do sangue para o leite (HARTMANN, 2002).

O clima e a época do ano são fatores que podem alterar a produção e a qualidade do leite pela variação de fatores climáticos como temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa e estação do ano (FAGAN et al., 2008). Em estudo conduzido com Henrichs et al. (2014), avaliando a influência das estações do ano sobre a qualidade do leite em Curitiba-PR, verificaram altos valores de contagens de células somáticas (CCS) e contagem padrão por placa (CPP) em amostras de leite coletadas no verão. Nakamura et al., (2012) em estudo correlacionando fatores climáticos como umidade, temperatura e precipitação com a qualidade do leite, puderam concluir que as variáveis umidade e precipitação pluviométrica apresentam correlação positiva para CCS e CBT. Jamas et al., (2018) avaliando as mesmas variáveis observaram que há influência sobre a qualidade do leite, uma vez que estes fatores potencializam a sujidade dos animais, dificultando a higiene no momento da ordenha.

Dentro da atividade leiteira, a ordenha é considerada uma etapa fundamental para garantir a qualidade do leite ordenhado sem que ocorra contaminações microbianas (SANTOS; FONSECA, 2007). A qualidade do leite durante esse processo é influenciada pela má higiene, sanidade da glândula mamária, higiene do ordenhador, manutenção e desinfecção de equipamentos e utensílios de ordenha e refrigeração ineficiente ou existente (NERO et al., 2005). Conforme Santos e Fonseca (2007), uma ferramenta que pode ser utilizada para mitigar esses fatores é fazer uso das boas práticas agropecuárias (BPA).

As BPA constituem um conjunto de práticas desenvolvidas dentro da propriedade leiteira que tem como objetivo garantir a saúde, o bem-estar e a segurança do alimento produzido, dos animais, do homem e do ambiente (PAIXÃO et al., 2014). Em estudo, Leite Júnior et al. (2011) relataram que, após a implantação das BPA, houve melhorias nos parâmetros de contagem padrão por placa (CPP) e acidez do leite. E Vallin et al. (2009) verificaram que após a implantação das BPA houve uma redução média de 87,90% na CPP, nas propriedades com ordenha manual, e de 86,99%, nas propriedades com ordenha mecânica, e, em relação a CCS, a redução média foi de 33,94 e 51,85 %, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELGHANY, S.; FAHIM, N. H.; SAMIR, F.; RADWAN, M. A. The use of teat-end hyperkeratosis to predict somatic cell count and milk quality of holstein cows raised in Egypt. **Tropical Animal Science Journal**, v. 44, n. 2, p. 213-221, 2021.
- ALMEIDA, T. T.; PEREIRA, A. L.; TEIXERA, R. M. A.; NEIVA JÚNIOR, A. P.; ALMEIDA, T. T.; MOREIRA, L. C.; DAMASCENO, F. A.; NOGUEIRA, C. H. Impacto da claudicação em vacas leiteiras alojadas em *free stall* e *compost barn* na Mesorregião do Sul e Sudoeste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 174-182, Dezembro, 2022.
- BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. Compost dairy barns in Minnesota: a descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, n. 2, p. 231-238. 2007.
- BARBOSA, E. J.; SILVA, J. O.; MELO, M. C. Levantamento dos galpões de *compost barn* na Microrregião do Alto Paranaíba, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, v. 13, n. 1, p. 1-24, 2022.
- BLACK, R. A.; TARABA, J. L.; DAY, G. B.; DAMASCENO, F. A.; NEWMAN, M. C.; AKERS, K. A.; WOOD, C. L.; MCQUERRY K. J.; BEWLEY, J. M. The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 5, p. 2669-2679, 2014.
- BORELL, E. V. Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for the performance of farm animals. **Applied Animal Behaviour Science**, Saskatoon, v. 44, n. 2, p. 219-27, 1995.
- BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, v. 142, n. 6, p.524-526, 1986.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- CALDATO, E. M. R. **Manual técnico de construção e manejo de Compost Barn para vacas leiteiras**. 2019. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, p. 41, 2019.
- CAMPOS, J. A. C.; TÚLIO, L. M. Utilização dos testes da caneca de fundo preto telada e California Mastitis Test (CMT) para identificação de mastite em fêmeas bovinas. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária**, v. 1, n. 2, jul/dez, 2018.
- CAVALLINA, R.; RONCORONI, C.; CAMPAGNA, M. C., MINERO, M.; CANALI, E. Buffalo behavioural response to machine milking in early lactation. **Italian Journal of Animal Science**, vol. 7, n. 3, 287-295, 2008.
- CAPURRO, A.; ASPÁN, A.; UNNERSTAD, H. E.; WALLER, K. P., ARTURSSON, K. Identification of potential sources of *Staphylococcus aureus* in herds with mastitis problem. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 1, p. 180-191, 2010.
- CHACUR, M. G. M.; SOUZA, C. D.; ANDRADE, I. B.; BASTOS, G. P.; DEAK, F. L. G.; SOUZA, M. G. R.; CORNACINI, G. F.; MARQUES JÚNIOR, A. P.

Aplicações da termografia por infravermelho na reprodução animal e bem-estar em animais domésticos e silvestres. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 40, n. 3, p. 88-94, jul./set, 2016.

COTTA, L.; MARCONDES, M. I.; ROTTA, P. P.; CUNHA, C. S. **Produção de leite com qualidade, o que precisamos saber?** São Carlos-SP, Editora Scienza, p. 56, 2020.

CRUZ, S. O.; RIBEIRO JÚNIOR, V.; CORREIA, B. R.; BARRETO, L. M. G. Saúde da Glândula Mamária de Vacas em Lactação: Revisão de Literatura. **Ensaio e Ciências**, v. 26, n. 2, p. 262-269, 2022.

DAMASCENO, F. A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model.** Tese. Engenharia agrícola. Universidade Federal de Viçosa, 2012.

DINIZ, T. A.; CARVALHO, C. C. S.; RUAS, J. R. M.; SANTOS, H. P.; MONÇÃO F. P.; SILVA, E. A.; COSTA M. D.; ROCHA JÚNIOR, V. R. Análise termográfica aplicada na produção de calor corporal de vacas F1 HxZ manejadas em diferentes microclimas. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 2, p. 545-552, 2020.

EBLING, R.C.; KRUMMENAUER, A.; MACHADO G.; ZENI, D.; CARAZZO, L. P; LEAL, M. L. R. Prevalence and distribution of feet lesions in dairy cows raised in the freestall. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 239-248, 2019.

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, 1 set. 2007.

ECKELKAMP, E. A.; TARABA, J. L.; AKERS, K. A.; HARMON, R. J.; BEWLEY, J. M. Understanding compost bedded pack barns: Interactions among environmental factors, bedding characteristics, and udder health. **Livestock Science**, v. 190, p. 35-42, 2016.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment.** Westport: Avi, ed. 2, p. 325, 1982.

FAGAN, E. P.; TAMNINI, R.; FAGNANI, R.; BELOTI, V.; BARROS, M. A. F.; JOBIM, C. C. Avaliação de padrões físico-químicos e microbiológicos do leite em diferentes fases de lactação nas estações do ano em granjas leiteiras no Estado do Paraná – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 651-660, 2008.

FERREIRA, B. H. A.; RIBEIRO, L. F. Mastites causadas por *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. e *Streptococcus uberis* relacionadas ao sistema de produção *Compost Barn* e o impacto na qualidade do leite. **GETEC**, v.11, n. 35, p. 1 -18, 2022.

FONSECA, M. E. B.; MOURÃO, A. M.; CHAGAS, J. D. R.; ÁVILA, L. M.; MARQUES, T. L. P.; BAÊTA, B. A.; MORAES, R. F. F.; ROIER, E. C. R. Mastite bovina: Revisão. **PUBVET**, v. 15, n. 02, p. 1-18, Fev., 2021.

FONSECA, L. H. M.; CUNHA, A. F.; SARAIVA, L. H. G.; COELHO, K. S.; NUNES, M. F. Influência da sujidade e hiperqueratose de tetos na ocorrência de mastite subclínica bovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, n.3, p.233-237, 2016.

GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR J. W.; FONTANELI R. S.; **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Faculdade de Medicina veterinária de UFRGS, Porto Alegre – RS, 2001.

HENRICHES, S. C.; MACEDO, R. E. F.; KARAM, L. B. Influência de indicadores de qualidade sobre a composição química do leite e influência das estações do ano sobre esses parâmetros. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 12, n. 3, p. 199- 208, 2014.

HURNIK, J. (1992). Behaviour, farm animal and the environment. Cambridge: CAB International. JOHNSON, H.D.; RAGSDALE, A.C.; BERRY, I.L; SHANKLIN, M.D. Effect of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle. Missouri: Agricultural Experimental Station Research Bulletin, 791. 1962.

JAMAS, L. T.; SALINA, A.; ROSSI, R.; MENOZZI, B. D.; LANGONI, H. Parâmetros de qualidade do leite bovino em propriedades de agricultura familiar. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 573-578, 2018.

JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU, J. K.; SCHOPER, W. W. Compost dairy barn layout and management recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, n. 1, p. 97–102, 2007.

LEIRA, M. H.; BOTELHO, H. A.; SANTOS, H. C. A. S.; BARRETO, B. B.; BOTELHO, J. H. V.; PESSOA, G. O. Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: Revisão. **PUBVET**, v.12, n.5, p.1-13, maio, 2018.

LEITE JÚNIOR, B. R. C.; OLIVEIRA, P. M.; MARTINS, M. L.; PINTO, C. L. O.; MARTINS, E. M. F.; SOUZA, G. H. Aplicação das boas práticas agropecuárias no processo de ordenha em uma propriedade rural do município de Rio Pomba, Minas Gerais. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 66, n. 380, p. 31-39, 2011.

LESO, L.; BARBARI, M.; LOPES, M. A.; DAMASCENO, F. A.; GALAMA, P.; TARABA, J. L.; KUIPERS, A. Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 2, p. 1072–1099, 2020.

LOBECK, K. M.; ENDRES, M.; SHANE, E. M.; DEUS, S. M.; FETROW, J. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 11, p. 5469–5479, nov. 2011.

MARTELLO, L. S.; SEVASTANO JÚNIOR, H.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 181-191, 2004.

MEIN, G. A.; Neijenhuis, F.; MORGAN, W. F.; REINEMANN, D. J.; HILLERTON, J. E.; BAINES, J. R.; OHNSTAD, I.; RASMUSSEN, M. D.; TIMMS, L.; BRITT, J. S.; FARNSWORTH, R.; COOK, N.; HELMLING, T. **Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors**. 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237767923_Evaluation_of_Bovine_Teat_Condition_in_Commercial_Dairy_Herds_1_Non-Infectious_Factors /.

MOLINA, L. R.; CARVALHO, A. U.; FACURY FILHO, E. J.; FERREIRA, P. M.; FERREIRA, V. C. P. Prevalência e classificação das afecções podais em vacas lactantes na bacia leiteira de Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 2, p. 149-152, 1999.

MOTA, V. C.; ANDRADE, E. T.; 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, e2308, 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Seventh Revised. 2001.

NAKAMURA, A. Y.; ALBERTON, L. R.; OTUTUMI, L. K.; DONADEL, D.; TURCI, R. C.; AGOSTINIS, R. O.; CAETANO, I. C. S. Correlação entre as variáveis climáticas e a qualidade do leite de amostras obtidas em três regiões do estado do Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 15, n. 2, p. 103-108, 2012.

RYNK, R.; VAN DE KAMP, M.; WILLSON, G. B.; SINGLEY, M. E.; RICARDO, T. L.; KOLEGA, J. J.; GOUIN, F. R.; LALIBERTY, L.; KAY, D.; MURPHY, D. W.; HOITINK, H. A. J.; BRINTON, W. F. **On-Farm Composting Handbook (NRAES-54)**. New York: Ithaca, Northeast Regional Agricultural Eng. Service, 1992.

NERO, L. A.; MATTOS, M. R.; BELOTI, V.; BARROS, M. A. F.; PINTO, J. P. A. N.; ANDRADE, N. J.; SILVA, W. P.; FRANCO, B. D. G. M. Leite cru de quatro regiões leiteiras brasileiras: perspectivas de atendimento dos requisitos microbiológicos estabelecidos pela Instrução Normativa 51. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 191-195, 2005.

OLIVEIRA, C. E. A.; DAMASCENO, F. A.; FERRAZ, G. A. S.; NASCIMENTO, J. A. C.; SILVA, E.; FERREIRA, M. R. Geoestatística aplicada a distribuição espacial das condições térmicas e ruído em instalações *Compost Barn* com diferentes sistemas de ventilação. **Ciência et Praxis**, v. 09, n. 18, p. 41-48, 2016.

OLIVEIRA, L. L.; FONTINHAS, R. L.; LIMA, A. M. M.; LIMA, R. J. S. Mapas dos parâmetros climatológicos do estado do Pará: umidade, temperatura e insolação, médias anuais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais...** Fortaleza-CE, p.7, 2004.

OLIVEIRA, V. S.; SANTANA NETO, J. A.; VALENÇA, R. L.; SILVA, B. C. D.; SANTOS, A. C. P. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Veterinária Notícias**, v. 22, n. 2, p. 1-18, 2016.

OLIVEIRA, V. C. **Caracterização arquitetônica, tecnológica e ambiental de instalações tipo Compost Barn no Sul do Estado de Minas Gerais**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, 77f., 2018.

PAIXÃO, M. G.; LOPES, M. A.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R. Impacto econômico da implantação das boas práticas agropecuárias relacionadas com a qualidade do leite. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.5, p. 612-621, set/out, 2014.

PEIXOTO, M. S. M. Termorregulação de bovinos leiteiros confinados em instalação *compost barn* em região semiárida. 2017. Fortaleza. 78f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de sistemas agrícolas) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará.

PILATTI, J. A.; VIEIRA, F. M. C.; RANKRAPE, F.; VISMARA, E. S. Diurnal behaviors and herd characteristics of dairy cows housed in a compost-bedded pack barn system under hot and humid conditions. **Animal**, v. 13, n. 2, p. 399–406, 1 fev. 2019.

PIOVESAN, S.M.; OLIVEIRA, D. S. Fatores que influenciam a sanidade e conforto térmico de bovinos em sistemas *compost barn*. **Revista Vivências**, v. 16, n. 30, p. 247-258 | jan./jun. 2020.

RADAVELLI, W. M. **Caracterização do sistema Compost Barn em regiões subtropicais brasileiras**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, 2018.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 2, p. 14-22, 2010.

RODRIGUES, T. P.; COELHO, M. G. A. P.; SANTOS, E. B.; COSTA, I. S.; CORTEZ, M. A. S. Mastite Bovina – Influência na Produção, Composição e Rendimento Industrial do Leite e Derivados. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v.1, n.1, p.14 - 36, 2018.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 3, p. 73-84, 2014.

ROWE, S.; TRANTER, W.; LAVEN, R. Longitudinal study of herd udder hygiene and its association with clinical mastitis in pasture-based dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 5, p. 6051–6060, 2021.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para o controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. São Paulo: Manole, 2007. 314p.

SANTOS, G. C. L.; GONZAGA NETO, S.; BEZERRA, L. R.; MEDEIROS, A. N. Uso de tortas na alimentação de vacas leiteiras: uma revisão. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 89-113, jan./mar. 2020.

SANTOS, J. H. A.; GUERIOS, E. M. A. Principais fatores que influenciam na concentração de sólidos totais no leite de fêmeas bovinas. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária**, v. 3, n. 1, jan/jun, 2020.

SAMPAIO, L. C. **Bagana de carnaúba como material alternativo de cama em sistema compost barn para bovinos leiteiros**. 2019. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2019.

SCHREINER, D. A.; RUEGG, P. L. Effects of tail docking on milk quality and cow cleanliness. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 10, p. 2503–2511, 2002.

SHANE, E. M.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 26, n. 3, p. 465–473, 2010.

SILVA, R. G.; GUILHERMINO, M. M.; MORAIS, D. A. E. F. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. **International Journal Biometeorology**, v. 54, n. 1, p. 5–11, 2010.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, v. 1, n. 9, 2013.

SILVA, M. V.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; JARDIM, A. M. R. F.; BATISTA, P. H. D.; SILVA, R. A. B.; LOPES, I.; OLIVEIRA, M. E. G.; SILVA, J. L. B.; MORAES, A. S. Spatial variability and exploratory inference of abiotic factors in barn compost confinement for cattle in the semiarid. **Journal of Thermal Biology**, v. 94, n. 1, p. 102782, 1 dez. 2020.

THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, v.12, p.57-59, 1959. <http://dx.doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>.

VALLIN, V. M.; BELOTI, V.; BATTAGLINI, A. P. P.; TAMANINI, R.; FAGNANI, R.; ANGELA, H. L.; SILVA, L. C. C. Melhoria da qualidade do leite a partir da implantação de boas práticas de higiene na ordenha em 19 municípios da região central do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 181-188, 2009.

WILHELM, L. R. Numerical calculation of psychrometric properties. **Transactions of ASAE**, v.19, n.2, p.318-322,325, 1976.

ZANETONI, H. H. R.; BAÊTA, F. C.; SOUSA, F. C.; VILELA, M. O.; TELES JUNIOR, C. G. S. Caracterização da cama utilizada em sistemas *Compost Barn*. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 4014-4018, out./dez., 2022.

ZEBELI, Q.; ASCHENBACH, J. R.; TAJAJ, M.; BOGUHN, J.; AMETAJ, B. N.; DROCHNER, O. Invited review: role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 3, p. 1041-1056, 2012.

CAPÍTULO 1 – ARTIGO 1

Produção, composição, parâmetros físico-químicos do leite e saúde da glândula mamária de vacas leiteiras submetidas a *compost barn* no período seco e chuvoso em ambiente equatorial semiárido

INTRODUÇÃO

A produção de leite é uma atividade vital na agropecuária, com significativa importância econômica e nutricional. A qualidade e a composição do leite, além da saúde da glândula mamária das vacas leiteiras, são fatores cruciais que impactam não apenas a rentabilidade da produção, mas também a saúde pública. Com o aumento da adoção de sistemas de confinamento, como o *compost barn*, torna-se essencial investigar como diferentes condições climáticas, como os períodos seco e chuvoso, podem afetar esses aspectos.

Estudos anteriores indicam que o ambiente de criação pode influenciar diretamente a fisiologia das vacas, resultando em variações na produção e qualidade do leite (NETO & BITTAR, 2018; ZOTTI et al., 2017). O sistema *compost barn*, conhecido por seu manejo de resíduos e conforto para os animais, pode proporcionar condições favoráveis à saúde das vacas, especialmente em épocas de estresse térmico. Contudo, a interação entre o clima e este sistema de manejo ainda requer investigação mais aprofundada.

Além disso, a composição do leite, que inclui parâmetros como teor de gordura e proteína, pode ser afetada por fatores sazonais e pelas condições do confinamento (SOUZA et al., 2018). A saúde da glândula mamária, por sua vez, é diretamente influenciada pelo manejo e pelo ambiente em que os animais estão inseridos, com a incidência de mastite sendo um problema recorrente em períodos de estresse ambiental (NEVES et al., 2019).

Este estudo buscou avaliar a produção, composição e qualidade do leite, bem como a saúde da glândula mamária de vacas leiteiras em confinamento *compost barn*, durante os períodos seco e chuvoso. Compreender essas relações pode fornecer subsídios valiosos para otimizar as práticas de manejo, contribuindo para a sustentabilidade e a eficiência da produção leiteira.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Animais de Produção (CEPAP) da Universidade Federal de Sergipe, sob o número de protocolo 08/2023. Todas as etapas do experimento foram conduzidas de acordo com as diretrizes éticas estabelecidas, assegurando o bem-estar dos animais utilizados na pesquisa.

Local, duração do estudo, animais e tratamentos

O experimento foi realizado em uma fazenda comercial, localizada no município de Nossa Senhora da Glória, Alto Sertão do estado de Sergipe (Figura 1). As avaliações foram realizadas uma vez ao mês, em dois momentos, no período chuvoso, caracterizado por temperaturas mais amenas (julho a setembro de 2023) e no período seco, com temperaturas mais elevadas (dezembro de 2023 a fevereiro de 2024), utilizando 30 vacas Girolando em lactação, sendo 15 primíparas e 15 multíparas, em início de lactação com DEL de até 70 dias. Em todas as avaliações, realizadas nos dois períodos (chuvoso e seco), foram utilizados os mesmos animais. As vacas foram alimentadas conforme manejo alimentar já empregado na fazenda, sendo utilizados como alimentos a silagem de milho, palma forrageira, caroço de algodão, feno de tifton, milho, soja, uréia e núcleo e ordenhadas duas vezes ao dia, com sistema de ordenha mecânica.

Figura 1 - Localização da área de estudo



Fonte: Sergipe atual, 2017.

Dados climáticos

A caracterização térmica do ambiente de criação das vacas deu-se por meio da avaliação da umidade relativa do ar (UR, %) e temperatura ambiente (°C). Para a coleta de dados foi utilizado um sistema de sensoriamento remoto, do tipo embarcado, composto por um sensor de temperatura DS18B20, inserido no globo negro (esfera oca, de 15 cm de diâmetro, pintada de preto fosco, em material PLA), capaz de medir em graus Celsius. Semelhante à metodologia adotada com o sensor de temperatura, o sensor de umidade relativa utilizado foi o HTU21d de circuito I2C e alimentação de entrada de até 3.6V.

O sistema embarcado foi instalado na parte interna do galpão, distando 1,6 metros do chão, representando assim a altura média dos animais, para refletir com mais precisão a sensação térmica dos mesmos. A coleta das variáveis meteorológicas foi realizada de forma contínua, diariamente, durante 24 horas, com intervalo de coletas de 5 minutos, durante todo o período experimental.

Produção e composição do leite

A produção de leite foi avaliada por meio de controle leiteiro individual, realizado nas duas ordenhas do dia, por meio de medidor digital da ordenhadeira mecânica (Figura 2). Para avaliação da composição química, as amostras de leite foram coletadas no dia do controle leiteiro, retirando-se alíquotas de 20mL do leite produzido na ordenha da manhã com auxílio do copo coletor de amostras da ordenhadeira, colocadas em recipiente plástico contendo conservante (Brononata®), mantidas em temperatura ambiente, e enviadas a um Laboratório da Rede Brasileira de Qualidade do Leite - RBQL. Foram realizadas análises para quantificação do conteúdo de proteína, gordura, lactose, extrato seco total e desengordurado e contagem de células somáticas por meio da citometria de fluxo.

Figura 2 - Avaliação da produção de leite através de medidor de leite automático



Fonte: Própria autora, 2024.

Contagem Padrão em Placas

Para a avaliação da quantidade de microorganismos presentes na glândula mamária foi realizada a Contagem Padrão em Placas (CPP) do leite conforme Silva et al. (2017), onde foram coletadas aproximadamente 3mL de leite de cada quarto mamário, para compor uma única amostra de aproximadamente 12mL por vaca. A coleta foi realizada na ordenha da tarde, no mesmo dia do controle leiteiro, diretamente de cada quarto mamário, para isso, foi feita a antissepsia dos tetos com álcool 70%, descarte dos primeiros jatos de leite e coleta do leite em recipiente estéril, seguido de acondicionamento das amostras sob refrigeração e levadas ao laboratório para análise. Para cada amostra foram realizadas três diluições seriadas utilizando água peptonada, inoculadas em duplicata em placas de *petri* estéreis por método *pour plate* cobrindo-as com meio de cultura ágar nutriente e homogeneizadas com movimentos circulares leves em forma de oito (Figura 3). Após solidificação do meio, as placas foram incubadas em estufa a 37°C por 48 horas, posteriormente, foi feita a contagem do número de colônias presentes em cada placa, sendo selecionadas as placas com contagem entre 25 e 300 colônias para determinar o número de microorganismos na amostra original. A fórmula utilizada para calcular a contagem de microorganismos nas placas, também conhecida como

Unidades Formadoras de Colônias (UFC), seguindo o descrito por Silva et al. (2017):

$$\text{UFC} = \text{Número de colônias na placa} \times \text{fator de diluição} / \text{volume do inóculo}$$

Figura 3 - Realização da análise microbiológica



Fonte: Própria autora, 2024

Avaliação de leite ácido e leite instável não ácido

Foram coletadas amostras de 20mL do leite de cada vaca individualmente, produzido na ordenha da manhã, com auxílio do copo coletor de amostras da ordenhadeira, para verificar a ocorrência de leite ácido e leite instável não ácido (LINA). Todas as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas com gelo e encaminhadas ao laboratório para realização das análises de acidez (Figura 4). Para avaliar a acidez qualitativa foi realizada a avaliação subjetiva pelo teste de alizarol a 72% v.v., atribuindo escores, onde 1=leite normal; 2=leite levemente ácido; 3=leite ácido; e 4=leite alcalino. Para verificar a acidez quantitativa foi realizada a acidez titulável e para caracterizar as amostras como LINA, foram consideradas apenas as amostras com resultado positivo para acidez na prova do alizarol, que apresentaram acidez titulável até 18°D e CCS abaixo de $1,8 \times 10^6$ células/mL de leite. Foi atribuído o escore 0 às amostras com resultado negativo e o escore 1 às amostras com resultado

positivo. Todas as análises foram realizadas conforme os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos (BRASIL, 2022).

Figura 4 - Análises de acidez de leite: A-Teste de alizarol; B-Acidez titulável



Fonte: Própria autora, 2024.

Avaliação da mastite clínica e subclínica

A presença de mastite clínica foi avaliada por meio do teste da caneca de fundo escuro, e o California Mastitis Test (CMT) foi utilizado para identificação de mastite subclínica e avaliação do grau de intensidade, no dia do controle leiteiro, conforme metodologia proposta por Oliveira et al. (2015).

Para identificar a mastite clínica, após os procedimentos iniciais de ordenha, foi realizada a observação dos três primeiros jatos de leite descartados na caneca de fundo escuro, para verificar a ocorrência da mastite clínica em cada teto individualmente nas duas ordenhas realizadas no dia. Foi atribuído o escore 0 quando o resultado se apresentava negativo e escore 1 para o resultado positivo.

Posteriormente ao teste da caneca de fundo escuro, foi realizado o teste de CMT, para identificação de vacas portadoras da mastite subclínica. Foram adicionadas 2 ml de leite e 2 ml do reagente em bandeja específica, com separação para cada quarto mamário, seguido de homogeneização por aproximadamente 30 segundos. O resultado de cada amostra foi avaliado após observação macroscópica da viscosidade ou grau de gelatinização do leite (Figura 5), onde os escores foram classificados em: negativo (0), traços (1),

reação leve (2), moderada (3) e intensa (4). A partir do escore traços o resultado para mastite subclínica foi considerado positivo.

Figura 5 - Avaliação de mastite subclínica pelo teste de CMT



Fonte: Própria autora, 2024.

Avaliação de higiene das vacas

As avaliações de sujeidade das vacas foram realizadas de modo subjetivo, estabelecendo pontuações para a sujeidade presente no úbere e a presente na região do jarrete de cada vaca (Figura 6), logo após a entrada das vacas na sala de ordenha e antes de iniciar o manejo de limpeza dos tetos no mesmo dia em que foram realizadas as demais avaliações.

O grau de higiene do úbere e jarrete foi categorizado de acordo com os parâmetros estabelecidos por Schreiner & Ruegg (2002), considerando:

- Escore 1: isento de sujeira, totalmente limpo;
- Escore 2: pouco sujo (2 a 10% da área com sujeidade);
- Escore 3: moderadamente sujo (10 a 30% da área com sujeidade);
- Escore 4: muito sujo (mais de 30% da área com sujeidade).

Figura 6 - Esquema ilustrativo para avaliação do escore de higiene de úbere e pernas



Fonte: Schreiner & Ruegg, 2002.

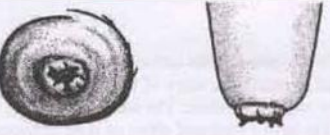
Avaliação da condição de integridade da ponta dos tetos

As avaliações de integridade da ponta dos tetos foram realizadas de modo subjetivo com as vacas posicionadas na sala de ordenha, verificando ausência ou presença de hiperqueratose em diferentes graus nos tetos (Figura 7), após o manejo de limpeza dos tetos e antes do acoplamento das teteiras, conforme classificação descrita por Mein et al. (2001), realizadas da seguinte forma:

- 1: tetos sem formação de anel de queratina;
- 2: tetos com pequena formação de anel de queratina;
- 3: tetos com anel rugoso, com dobras de queratina estendendo-se de um a três milímetros do orifício do teto;
- 4: tetos com anel rugoso, com dobras de queratina estendendo-se de quatro ou mais milímetros do orifício do teto (aspecto de flor).

Os tetos com escore 2, 3 e 4 foram considerados portadores de hiperqueratose.

Figura 7 - Esquema ilustrativo de avaliação dos tetos sem e com hiperqueratose em diferentes graus

Escore	Descrição	Figura
N	Sem formação de anel e com extremidade do teto plana. Característico dos tetos no início da lactação.	
S	Pequena formação de anel na extremidade do teto.	
R	Formação de anel rugoso na extremidade do teto, com presença de dobras de queratina no orifício do teto.	
VR	Grande formação de anel rugoso na extremidade do teto. Aparência de flor.	

Fonte: Mein et al., 2001.

Análise estatística

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, considerando como tratamento as duas estações climáticas (seca e chuvosa). Para análise estatística dos dados paramétricos foi utilizado o teste T de amostras pareadas ou dependentes, já para os não paramétricos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis associado ao teste T. Para todos os procedimentos foi utilizado o software SAS. As diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados encontrados para temperatura e umidade durante as duas fases experimentais (período seco e chuvoso), no ambiente experimentado pelas vacas (dentro do *compost barn*), obtiveram em cada período médias para os 3 meses de avaliações, conforme Tabela 1.

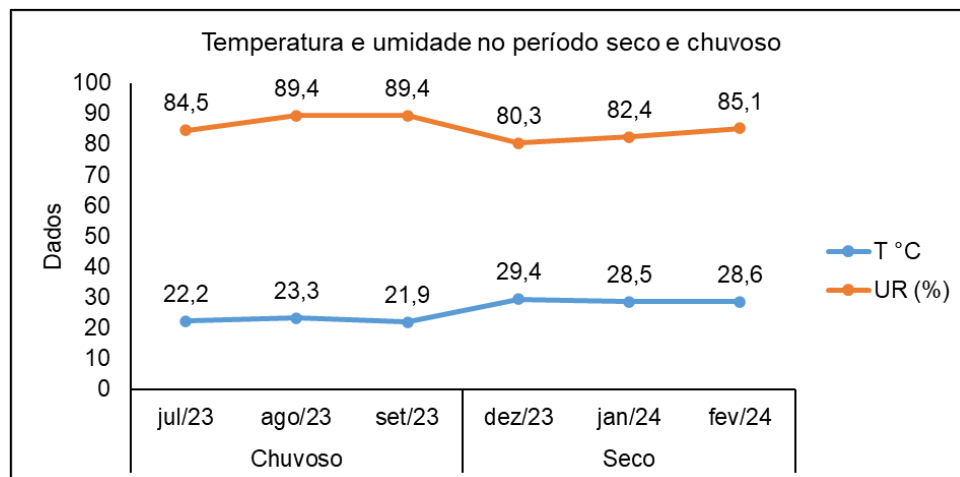
Tabela 1. Dados climáticos por meses de coleta no período seco e chuvoso

Variável	Período	Mês	Média	CV (%)	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	Chuvoso	Julho/2023	22,2	11,9	19,3	27,2
		Agosto/2023	23,3	7,9	20,9	26,6
		Setembro/2023	21,9	7,9	19,6	26,5
		Dezembro/2023	29,4	8,8	24,3	32,7
	Seco	Janeiro/2024	28,5	15,5	22,5	34,7
		Fevereiro/2024	28,6	11,9	24,0	33,6
Umidade Relativa (%)	Chuvoso	Julho/2023	84,5	3,1	93,1	98,2
		Agosto/2023	89,4	9,1	72,6	98,8
		Setembro/2023	89,4	10,4	63,8	98,8
		Dezembro/2023	80,3	15,7	44,0	83,9
	Seco	Janeiro/2024	82,4	15,7	58,9	98,6
		Fevereiro/2024	85,1	15,0	59,4	98,3

A temperatura média observada durante o período seco (28,8 °C) foi mais alta do que no período chuvoso (22,5°C), dado que o período seco é geralmente caracterizado por uma maior intensidade de radiação solar e menores níveis de umidade atmosférica na região. Por outro lado, as temperaturas mais baixas observadas no período chuvoso são uma consequência das menores quantidades de radiação solar e da maior nebulosidade (Figura 8).

A umidade apresentou médias mais altas durante o período chuvoso, com uma média de 87,8%, devido ao aumento da umidade atmosférica associada às chuvas. No período seco, a umidade relativa foi mais baixa (82,6%), devido à menor quantidade de água disponível no ambiente e à maior ventilação, que tende a reduzir a umidade.

Figura 8 - Médias de temperatura e umidade relativa por meses de coleta, no período seco e chuvoso



Fonte: Própria autora, 2024.

As médias da produção de leite estão descritos na Tabela 2. Os resultados mostraram que a produção de leite das vacas foi de 29,37 kg de leite/dia no período chuvoso, sendo observada diferença estatística ($p < 0,05$) ao se comparar com a média de produção de leite do período seco que foi de 26,03 kg de leite/dia.

Tabela 2. Produção média diária de leite de vacas mantidas em *compost barn* nos períodos chuvoso e seco

Período	Média de produção de leite (kg)	EPM*	<i>p-valor</i>
Chuvoso	29,37	1,23	0,0211
Seco	26,03	1,07	

*Erro Padrão da Média

Mesmo em condições de confinamento, essa diferença pode ser atribuída aos fatores ambientais, já que as condições climáticas mais amenas e a maior umidade no período chuvoso podem reduzir o estresse térmico nas vacas, que é um fator conhecido por afetar negativamente a produção de leite. O estresse térmico leva à diminuição do apetite e, consequentemente, a uma redução na produção de leite (TAO et al., 2020). Assim, o ambiente mais confortável durante o período chuvoso pode favorecer o bem-estar animal e melhorar os índices de produção. Pois, conforme Amamou et al. (2019), o estresse térmico por calor prejudica o desempenho dos animais e o consumo de ração o que leva a uma redução na eficiência alimentar, uma vez que parte da energia da dieta é utilizada para regular a temperatura corporal, diminuindo a produção de leite.

Os resultados deste estudo demonstraram uma variação significativa de na composição do leite no período seco em relação ao chuvoso, especialmente no que diz respeito ao teor de gordura, proteína e sólidos totais (Tabela 3).

Tabela 3. Teores médios dos componentes do leite de vacas mantidas em *compost barn* no período chuvoso e seco

Componente	Período	Média (%)	EPM*	p-valor
Gordura	Chuvoso	3,7	0,29	<0,0001
	Seco	5,6	0,29	
Proteína	Chuvoso	3,1	0,04	0,0044
	Seco	3,7	0,16	
Lactose	Chuvoso	4,7	0,04	0,6797
	Seco	4,6	0,18	
ST	Chuvoso	12,5	0,29	0,0004
	Seco	14,5	0,54	
ESD	Chuvoso	8,8	0,06	0,2503
	Seco	9,3	0,36	

ST= Sólidos totais; ESD=Extrato Seco Desengordurado; *Erro Padrão da Média

É importante considerar que essas variações podem ser influenciadas não apenas pelas condições climáticas, mas também pelo estágio de lactação das vacas, já que no período chuvoso as vacas estavam no início da lactação e no período seco as vacas estavam em final de lactação. Neto & Bittar (2018) ao avaliarem a qualidade do leite de vacas mestiças, com diferentes temperaturas retais em diferentes períodos do ano, não encontraram diferença na avaliação da proteína e gordura, indicando que a temperatura interna do animal, não influencia na composição da proteína e gordura dentre as temperaturas avaliadas.

No período seco, as vacas estavam em um estágio mais avançado de lactação, onde a adaptação nutricional e a recuperação corporal são mais eficazes, resultando em um aumento na concentração de sólidos do leite. Durante as fases iniciais da lactação, as vacas tendem a ter uma maior produção de leite, mas com teores de gordura e proteína frequentemente inferiores, à medida que a lactação avança a produção do leite reduz, levando ao aumento da concentração dos constituintes que compõem o leite (ARAÚJO et al., 2018).

Por outro lado, a ausência de diferenças estatísticas nos teores de lactose e extrato seco desengordurado entre os períodos pode indicar que esses componentes não são tão sensíveis a variações sazonais ou estágio de lactação das vacas quanto as proteínas e gordura. A estabilidade do teor de lactose indica

que ela atua como um regulador osmótico no leite, resultando na tendência de permanecer inalterada, independentemente das variações na produção de leite da vaca. Estudo realizado por Ludovico et al. (2018) corrobora com essa observação, indicando que a lactose é relativamente constante, uma vez que é influenciada mais pela saúde e pela genética do animal do que por fatores sazonais.

A contagem de células somáticas (CCS) e a contagem padrão em placas (CPP) são indicadores importantes da qualidade do leite, refletindo a saúde do úbere das vacas e a presença de patógenos. Neste estudo, não houve diferença entre a CCS e a CPP durante o período seco e chuvoso (Tabela 4).

A ausência de variação entre os períodos indica que fatores ambientais, como umidade e temperatura, não foram suficientes para causar diferenças importantes, um indicativo de que as práticas de manejo sanitário durante ambos os períodos na propriedade foram eficazes em minimizar os possíveis impactos das condições climáticas adversas sobre essas variáveis. Além disso, a fazenda manteve um manejo de ordenha padronizado em ambos os períodos, o que garantiu a constância dos procedimentos realizados e a equipe de ordenha era periodicamente treinada, com foco nas técnicas corretas dos manejos de ordenha e em práticas de higiene adequadas. Esse treinamento constante, assim como o acompanhamento contínuo das condições de saúde do rebanho, contribuiu para evitar diferenças significativas nos índices de CCS e CPP, entre os períodos seco e chuvoso.

Tabela 4. Parâmetros da qualidade do leite de vacas alojadas em *compost barn* nos períodos seco e chuvoso

Variável	Período	Média	EPM*	p-valor
CCS (cél./mL x 1000)	Chuvoso	686,3	199,03	0,0593
	Seco	1273,8	279,43	
CPP (UFC/mL x 1000)	Chuvoso	46,9	18210,47	0,5993
	Seco	34,7	13888,68	

CCS= Contagem de células somáticas; CPP=Contagem Padrão em Placas;

*Erro Padrão da Média

Quanto aos parâmetros de acidez e leite instável não ácido (LINA) nos diferentes períodos (seco e chuvoso) foram observadas diferenças significativas para acidez realizada através da titulação das amostras e LINA (Tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros médios de acidez do leite de vacas por meio de diferentes testes e leite instável não ácido nos períodos chuvoso e seco

Variável	Período	Média	EPM*	p-valor
Alizarol (escore)	Chuvoso	1,70	0,06	0,1865
	Seco	1,55		
Acidez titulável (g de ácido lático/100mL)	Chuvoso	0,15	0,003	0,0086
	Seco	0,16		
LINA (escore)	Chuvoso	0,47	0,04	<0,0001
	Seco	0,12		

LINA=Leite Instável Não Ácido; *Erro Padrão da Média

A estabilidade do leite ao teste de alizarol refere-se à capacidade do leite de resistir a alterações quando submetido a temperaturas elevadas, além de ser um indicador de pH do leite. No entanto, a ausência de diferenças significativas no teste de alizarol entre os períodos pode ser atribuída ao fato de que o teste é qualitativo, sendo capaz de detectar apenas alterações mais acentuadas na acidez do leite. As diferenças observadas entre os períodos foram mínimas e não foram suficientes para serem detectadas pelo teste. Além disso, é importante ressaltar que o leite, ao sair da glândula mamária, apresentou características dentro dos parâmetros exigidos pela legislação ou muito próximos desses limites, o que contribuiu para a estabilidade do leite em ambos os períodos.

Houve uma diferença significativa na acidez do leite entre os períodos seco e chuvoso, com uma leve elevação na acidez durante o período seco, porém, ambos estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, que preconiza que este parâmetro esteja entre 0,14 e 0,18 gramas de ácido lático/100mL (BRASIL, 2018). A acidez um pouco mais elevada do leite pode ser atribuída à sua composição, incluindo o teor de gordura e proteína. Celano et al. (2022), ao avaliarem parâmetros da qualidade do leite em relação a sazonalidade, encontraram níveis mais ácidos no inverno, porém neste mesmo período o teor de gordura do leite foi maior.

Em relação ao leite instável não ácido (LINA), os resultados demonstraram uma maior ocorrência durante o período chuvoso em comparação

com o período seco. A maior ocorrência de leite LINA no período chuvoso pode ser atribuída ao estágio de lactação das vacas, uma vez que vacas no início da lactação apresentam uma maior predisposição à produção de leite instável não ácido (LINA). Esse estágio é caracterizado por uma adaptação fisiológica que pode resultar em flutuações nos componentes do leite, tornando-o mais suscetível a alterações em sua estabilidade. (Zanela & Ribeiro, 2018).

A mastite clínica e subclínica em vacas leiteiras representa um desafio significativo para a produção e saúde animal, especialmente em sistemas de confinamento como os *compost barns* que precisam de manejo adequado para que não ocorram infecções na glândula mamária das vacas. Ao avaliar a ocorrência da mastite clínica e subclínica durante os períodos seco e chuvoso, esse estudo revelou a ausência de variação nas taxas de incidência de mastite clínica e subclínica entre os períodos analisados (Tabela 6). Isso sugere que, independentemente das condições ambientais, as práticas de manejo adotadas no sistema de *compost barn* contribuíram para a estabilidade na saúde das vacas.

Tabela 6. Saúde da glândula mamária de vacas leiteiras em *compost barn* no período chuvoso e seco

Mastite	Período	Média	EPM*	p-valor
Clínica	Chuvoso	0,09	0,03	0,1955
	Seco	0,19		
Subclínica por CMT	Chuvoso	1,84	0,14	0,4948
	Seco	1,65		

CMT=Califórnia Mastite Teste; *Erro Padrão da Média

A estrutura do *compost barn*, ofereceu um ambiente controlado e com boa ventilação, minimizando os fatores de estresse e umidade que frequentemente agravam a incidência de mastite, especialmente em períodos chuvosos. Além disso, as medidas de higiene na ordenha e a qualidade do manejo do *compost barn* desempenharam um papel crucial na prevenção de infecções. A limpeza regular dos espaços favoreceu um ambiente menos propenso ao desenvolvimento de patógenos, contribuindo para a constância nos resultados entre as duas estações. Isso corrobora com os achados de Fonseca et al. (2023), que reforçam a importância de práticas de manejo rigorosas em sistemas de *compost barn* como estratégia eficaz na prevenção da mastite.

Outro ponto a considerar é que as práticas de ordenha podem ter sido determinantes para manter os índices de saúde das glândulas mamárias. A adoção de protocolos de limpeza dos tetos antes da ordenha, como a utilização de desinfetantes apropriados, podem ter contribuído para a manutenção dos resultados, sugerindo que a ausência de variações na incidência de mastite pode ser atribuída também ao manejo de ordenha rotineiro nas duas épocas avaliadas. Estudo realizado por Fuzatti et al. (2021) revelou que falhas no manejo e higiene na ordenha e dos equipamentos foram pontos críticos para o surgimento de mastite em fazendas leiteiras, corroborando a relevância de práticas de ordenha bem estabelecidas e seguidas de forma rigorosa.

Os resultados deste estudo indicam que não houve diferença significativa na sujidade de jarrete e úbere das vacas entre os períodos chuvoso e seco, porém, embora não tenha sido observada diferença significativa, os níveis de sujidade nessas regiões se mostraram elevados em ambas as épocas avaliadas. Isso indica que, independentemente das condições climáticas, a higiene dos animais pode não estar sendo adequadamente mantida (Tabela 7).

Tabela 7. Higiene da região do jarrete e úbere das vacas no período chuvoso e seco

Sujidade	Período	Média	EPM*	<i>p-valor</i>
Jarrete	Chuvoso	2,98	0,09	0,5207
	Seco	2,86		
Úbere	Chuvoso	1,84	0,10	0,1339
	Seco	2,23		

*Erro Padrão da Média

A alta sujidade observada, tanto no período chuvoso quanto no seco, pode ser atribuída a alguns fatores como umidade, baixa ventilação e revolvimento adequado da cama. Embora o sistema de *compost barn* seja projetado para minimizar a sujeira, a alta carga animal também pode comprometer sua eficácia. Além disso, o comportamento dos animais deve ser considerado, já que as vacas podem ter preferido áreas que estavam mais úmidas a fim de minimizar estresse térmico.

Embora a ausência de diferenças significativas possa indicar uma certa resiliência do sistema de *compost barn*, a elevada sujidade em ambos os períodos levanta preocupações sobre o bem-estar animal e a saúde das vacas

(Figura 9). A sujeira nas regiões de jarrete e úbere está associada a problemas de saúde, como mastite e dermatites, que podem impactar negativamente a produção leiteira e a qualidade do leite, apontando a necessidade de revisão da taxa de lotação dos animais, visando a melhoria das condições higiênicas e o bem-estar das vacas.

Ao avaliar três rebanhos leiteiros de fazendas que mantinham as vacas sob sistema de confinamento *compost barn*, Fonseca et al. (2023) observaram que o período do ano influenciou o escore de sujeira do úbere das vacas, onde em todas as fazendas os animais apresentaram escore de sujeira maior que 2 no período chuvoso, reforçando a importância do manejo da cama ao longo de todo o ano.

Em estudo de Mendina et al. (2023), ao comparar a sujeira de vacas alojadas em *compost barn* e em piquetes ao ar livre, encontraram porcentagens maiores de vacas sujas em alojamentos em piquetes ao ar livre do que as alojadas em *compost barn* em ambas as estações do ano. Já no período chuvoso, houve uma associação de mais vacas sujas quando alojadas ao ar livre, enquanto em *compost barn*, a porcentagem de vacas sujas não foi afetada pela chuva.

Figura 9 - Região do úbere da vaca com sujeira (A) e sem sujeira (B)



Fonte: Própria autora, 2024.

Em relação a hiperqueratose de tetos, não houve diferença estatística entre o período chuvoso e seco (Tabela 8). A ausência dessa diferença indica que, ao longo do período de seis meses, as condições avaliadas não foram suficientes para causar alterações significativas na intensidade da

hiperqueratose nos tetos das vacas. Embora a hiperqueratose seja uma condição de desenvolvimento gradual quando os tetos são expostos a fatores de risco, o período observado pode não ter sido suficiente para observar uma mudança estatisticamente relevante.

Tabela 8. Hiperqueratose de tetos por quarto mamário nas avaliações do período chuvoso e seco

Quarto mamário	Período	Média	EPM*	p-valor
PD	Chuvoso	1,50	0,09	0,9590
	Seco	1,53		
PE	Chuvoso	1,47	0,08	0,5986
	Seco	1,43		
AD	Chuvoso	1,47	0,09	0,6490
	Seco	1,60		
AE	Chuvoso	1,53	0,10	0,5960
	Seco	1,67		

PD=Posterior direito; PE=Posterior esquerdo; AD=Anterior direito; AE=anterior esquerdo

*Erro Padrão da Média

Apesar de não ter sido observada diferenças significativas entre o início e o final do experimento, a média do escore de hiperqueratose acima de 1 em todos os quartos mamários, classificada como início de hiperqueratose, é um achado relevante (Figura 10). Esse valor sugere que, apesar da ausência de evolução estatisticamente significativa no período avaliado, as vacas já apresentam um início de espessamento da pele nos tetos, o que pode ter implicações para a saúde mamária a longo prazo. A hiperqueratose, mesmo em estágios iniciais, pode ser um indicador de que os animais estão começando a desenvolver alterações que podem afetar a produtividade e o conforto da vaca no futuro, além de possivelmente facilitar o aparecimento de outras condições, como mastite (Pantoja et al., 2020).

Figura 10 - Teto com início de hiperqueratose (A) e com grau de hiperqueratose avançado (B)



Fonte: Própria autora, 2024.

O monitoramento contínuo da condição dos tetos das vacas é essencial, pois a hiperqueratose não controlada pode resultar em maior risco de lesões, infecções e redução da eficiência da ordenha, com impacto direto na produção de leite. Estratégias preventivas, como o ajuste do nível de vácuo do equipamento de ordenha e a avaliação regular da condição dos tetos, devem ser consideradas para mitigar o desenvolvimento dessa condição.

Em estudo realizado por Meyer, Haeussermann e Hartung (2021), foi observado que o grau de hiperqueratose foi influenciado pelo tempo total de ordenha da vaca, onde vacas com uma pontuação 2 de hiperqueratose na extremidade do teto apresentaram um tempo de ordenha mais longo do que vacas com pontuação 1. Além disso, vacas leiteiras com graus severos de hiperqueratose, apresentaram comportamento mais agressivo durante a ordenha, demonstrando desconforto ao serem ordenhadas com tetos nessa condição.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a época do ano afeta a produção e alguns parâmetros da qualidade do leite de vacas leiteiras alojadas em confinamento do tipo *compost barn*. A produção de leite foi maior e houve mais ocorrência de leite instável não ácido no período chuvoso, enquanto os teores de gordura, proteína, sólidos totais e acidez foram mais elevados no período seco. Esses resultados sugerem que, embora a estação do ano influencie a produção e algumas características da qualidade do leite, ela não afeta a saúde da glândula mamária ou as condições de higiene das vacas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAMOU, H.; BECKERS, Y.; MAHOUACHI, M.; HAMMAMI, H. Thermotolerance indicators related to production and physiological responses to heat stress of holstein cows. **Journal of thermal biology**, v. 82, p. 90-98, 2019.

ARAÚJO, T. P. M.; RANGEL, A. H. N.; LIMA, G. F. C.; PEIXOTO, M. G. C. D.; URBANO, S. A.; BEZERRA, J. S. Gir and Guzarat cow milk production and composition according to lactation stage, somatic cell count, physiological state and body condition. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, e39352, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal**. 1ª edição / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA, 2022. 184p.

CELANO, G.; CALASSO, M.; CONSTANTINO, G.; VACCA, M.; RESSA, U. M.; NIKOLOUDAKI, O.; DE PALO, P.; CALABRESE, F. M.; GOBBETTI, M.; DE ANGELIS, M.; Effect of Seasonality on Microbiological Variability of Raw Cow Milk from Apulian Dairy Farms in Italy. **American Society for Microbiology**, v. 10, n. 5, p. 16, 2022.

FONSECA, M.; MENDONÇA, L. C.; SOUZA, G. N.; CESAR, D. E.; CARNEIRO, J. C.; BRITO, E. C.; MENDONÇA, J. F.; PAIVA E BRITO, M. A. V.; GUIMARÃES, A. S. Epidemiology of mastitis and interactions of environmental factors on udder health in the *compost barn* system. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.75, n.1, p.14-26, 2023.

FUZATTI, J. V. S.; CAMARGO, R. C.; PINTO, M. S.; SOUZA, K. L.; FRIAS, D. F. R. Prevalence of mastitis and characterization of milking management of dairy cows in northwestern Sao Paulo state. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 78, p. 13, 2021.

LUDOVICO, A.; TRENTIN, M.; RÊGO, F. C. A. Fontes de variação da produção e composição de leite em vacas Holandesa, Jersey e Girolando. **Archivos de Zootecnia**, v.68, n. 262, p. 236-243, 2019.

MEIN, G. A. et al. **Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors**. 2001. Disponível em: <<http://www.uwex.edu/milkquality/>>.

MENDINA, G. R.; DAMIÁN, J. P.; MEIKLE, A.; CHILIBROSTE, P.; BENTANCUR, O.; ADRIEN, M. L. Udder Hygiene and Mastitis Indicators in Contrasting Environmental Conditions during Half-Time Confinement in Pasture-Based Dairy Systems. **Animals**, v. 13, n. 9, p. 1-11, 2023.

MEYER, D.; HAEUSSERMANN, A.; HARTUNG, E. Relationship between dairy cows' hind leg activity and vacuum records during milking. **Animal**, v. 15, n.4, p. 1-10, 2021.

NETO, O. V.; BITTAR, D. Y. Análise do conforto térmico e sua influência na produção e qualidade do leite em ambiente de domínio de cerrado. **PUBVET**, v.12, n.4, a75, p.1-6, 2018.

NEVES, R.B.S.; MESQUITA, A.J.; SANTOS, M.V.; NICOLAU, E.S.; BUENO, C.P.; COELHO, K.O. Avaliação sazonal e temporal da qualidade do leite cru Goiano tendo como parâmetros a contagem celular somática e a contagem bacteriana total. **Archives of Veterinary Science**, v.24, n.1, p.10-23, 2019.

OLIVEIRA, V. M.; MENDONÇA, L. C.; MIRANDA, J. E. C.; DINIZ, F. H.; REIS, E. S.; GUIMARÃES, A. S. MAGALHÃES, V. M. A. **Como identificar a vaca com mastite em sua propriedade**. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2015.

PANTOJA, J. C. F.; CORREIA, L. B. N.; ROSSI, R. S.; LATOSINSKI, G. S. Association between teat-end hyperkeratosis and mastitis in dairy cows: A systematic review. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 2, p. 1843-1855, 2020.

SCHREINER, D. A.; RUEGG, P. L. Effects of tail docking on milk quality and cow cleanliness. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 10, p. 2503–2511, 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5 ed. São Paulo: Blucher, 2017.

SOUZA, J. S.; KNEIB, P. C.; SILVA, P. M.; MACKMILL, L. B.; ROSA, P. P.; BERMUDEZ, R. F. Efeito da sazonalidade na produção e composição química do leite de vacas Jersey. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, 2018.

TAO, S.; RIVAS, R. M. O.; MARINS, T. N.; CHEN, Y. C.; GAO, J.; BERNARD, J. K. Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. **Teriogenologia**, v. 150, p. 437- 444, 2020.

ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R. **LINA - Leite Instável Não Ácido**. Embrapa, Comunicado Técnico 356, Pelotas-RS, 2018.

ZOTTI, C.A.; ZOTTI, M.L.N.; PETROLI, T.G.; BASSO, A.C. Climatização da sala de espera para vacas criadas a pasto sem sombreamento. **Archivos de Zootecnia**. v. 66, n. 254, p. 167-171, 2017.

CAPÍTULO 2 – ARTIGO 2

Bem-estar, parâmetros fisiológicos e comportamentais de vacas em lactação em *compost barn* e avaliação dos parâmetros ambientais no período seco e chuvoso em ambiente equatorial semiárido

INTRODUÇÃO

O bem-estar das vacas em lactação é um dos principais fatores que influenciam a saúde e a produtividade em sistemas de produção de leite. Em regiões semiáridas, onde as condições climáticas podem afetar diretamente o conforto e a eficiência das vacas, a adequação do ambiente se torna ainda mais importante para garantir o conforto e o desempenho dos animais. A exposição a condições adversas, como altas temperaturas e baixa umidade, pode causar estresse térmico, que afeta negativamente a produção de leite e o bem-estar geral das vacas (FONSECA et al., 2024).

O sistema *compost barn* tem sido adotado como uma solução eficaz para melhorar o conforto dos animais, oferecendo um ambiente mais controlado e menos suscetível às variações climáticas. Este sistema envolve fatores como qualidade da cama, manejo, ventilação e controle de temperatura e umidade, que visam minimizar o estresse térmico e proporcionar melhores condições para as vacas. Esses fatores podem influenciar diretamente os parâmetros fisiológicos e comportamentais dos animais, além da integridade física e saúde das vacas (GUESINE et al., 2023).

As variações entre os períodos seco e chuvoso desempenham um papel crucial na manutenção das condições ideais no *compost barn*. Durante o período seco, as altas temperaturas podem afetar o conforto dos animais, aumentando o risco de estresse térmico. Já no período chuvoso, o excesso de umidade pode comprometer a cama, gerando condições que favorecem a proliferação de agentes patogênicos e aumentando o risco de doenças, como problemas de casco (LESO et al., 2020). Esses desafios exigem ajustes constantes no manejo para garantir o bem-estar das vacas durante todo o ano.

Diante disso, objetivou-se avaliar o conforto térmico, os parâmetros fisiológicos e o comportamento de vacas em lactação alojadas em *compost barn*, além parâmetros ambientais, nos períodos seco e chuvoso no semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Animais de Produção (CEPAP) da Universidade Federal de Sergipe, sob o número de protocolo 08/2023. Todas as etapas do experimento foram conduzidas de acordo com as diretrizes éticas estabelecidas, assegurando o bem-estar dos animais utilizados na pesquisa.

Local, duração do estudo, animais e tratamentos

O experimento foi realizado em uma fazenda comercial, localizada no município de Nossa Senhora da Glória, Alto Sertão do estado de Sergipe. As avaliações foram realizadas uma vez ao mês, em dois momentos, no período chuvoso, caracterizado por temperaturas mais amenas (julho, agosto e setembro de 2023) e no período seco, onde as temperaturas são mais elevadas (dezembro, janeiro e fevereiro de 2024). Foram utilizadas 30 vacas Girolando em lactação, sendo 15 primíparas e 15 multíparas, em início de lactação com DEL de até 70 dias. Para todas as avaliações foram utilizadas as mesmas vacas nos dois momentos de avaliações (período chuvoso e seco). Nesse estudo, foram utilizados dois tratamentos, definidos com base nas variações climáticas da região, o período seco e o período chuvoso.

Caracterização do ambiente térmico

A caracterização térmica do ambiente de criação deu-se por meio da avaliação da umidade relativa do ar (UR, %) e temperatura ambiente, registrada como temperaturas de bulbo seco (Tbs, °C), temperatura de ponto de orvalho (Tpo, °C), temperatura de globo negro (Tgn, °C) e ventilação. Foi utilizado um sistema de sensoriamento remoto, do tipo embarcado, composto por um sensor de temperatura DS18B20, inserido no globo negro (esfera oca, de 15 cm de diâmetro, pintada de preto fosco, em material PLA), capaz de medir em graus

Celsius. Semelhante à metodologia adotada com o sensor de temperatura, o sensor de umidade relativa utilizado foi o HTU21d de circuito I2C e alimentação de entrada de até 3.6V.

Os valores registrados foram utilizados para cálculo dos Índices de Conforto Térmico, sendo eles: 1- Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e 2- Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), respectivamente propostos por Thom (1959) e Buffington et al. (1981), conforme equações a seguir:

$$1- ITU = Tbs + 0,36Tpo + 41,5$$

$$2- ITGU = Tgn + 0,36Tpo + 41,5$$

Onde:

Tbs = temperatura do termômetro de bulbo seco

Tgn = temperatura do globo negro em graus centígrados

Tpo = temperatura do ponto de orvalho em graus centígrados

Para a coleta de dados foi instalado um sistema embarcado na parte interna do galpão, distando 1,6 metros do chão, representando assim a altura média dos animais, para refletir com mais precisão a sensação térmica dos mesmos. Para avaliação do ambiente térmico na área externa do galpão, um segundo equipamento foi colocado em uma área que permitiu que o equipamento fosse constantemente exposto às condições do ambiente.

A coleta das variáveis meteorológicas foi realizada de forma contínua, diariamente, durante 24 horas, com intervalo de coletas de 5 minutos, tanto para coleta dos dados referentes às condições térmicas do ambiente externo, bem como os dados que caracterizem as condições térmicas do ambiente interno (interior do galpão do CB), durante todo o período experimental.

Avaliação das características da cama

A cama foi avaliada quanto aos parâmetros de temperatura, ventilação e umidade em cada um dos lados do galpão (direito e esquerdo). A temperatura da cama foi registrada uma vez ao mês, a cada três horas, durante o período de 24 horas, em dez pontos equidistantes na área da cama, conforme a metodologia adaptada de Black et al. (2014). Em cada um dos pontos a temperatura foi

aferida na superfície, utilizando termômetro infravermelho (precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$) e a 20 cm de profundidade, utilizando termômetro digital tipo espeto.

Os dados de magnitude de velocidade do ar (m/s) foram aferidos utilizando um anemômetro de fio quente (Instrutherm®, modelo TAFR-190, com escala entre 0,1 e 25,0 m·s⁻¹ e 5% de acurácia). As coletas foram realizadas em duas diferentes alturas: 1,5 m acima do nível da cama, para verificar a magnitude de velocidade experimentada pelos animais posicionados de pé; e ao nível da cama, para verificar, simultaneamente, a magnitude de velocidade do ar experimentada pelos animais e disponível para secagem da cama. Para a realização das coletas, o anemômetro foi posicionado em cada ponto de coleta.

Para avaliar a umidade, foram colhidas amostras da cama em cada um dos dez pontos, para compor uma amostra composta de cada lado do galpão (direito e esquerdo), antes e após cada um dos manejos de revolvimento diário, conforme a metodologia proposta por Black et al. (2014). As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas transparentes e transportadas em caixas isotérmicas até o laboratório para serem analisadas quanto a matéria seca (MS) e umidade (por diferença), conforme método descrito por Silva e Queiroz (2002).

Avaliação da claudicação

As avaliações foram realizadas de modo subjetivo, estabelecendo pontuações para cada item avaliado, uma vez ao mês, nos meses de avaliação de cada período, quando os animais estavam em estação e ao saírem da sala de ordenha. A claudicação nas vacas foi avaliada por meio de uma escala de pontos que variou de 1 a 5, adaptado do método proposto por Sprecher et al. (1997), considerando a marcha e o alinhamento do dorso do animal, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos escores de locomoção das vacas

Escore	Locomoção	Postura/Linha do dorso	Características
Escore 1	Normal	- Plana em estação - Plana em locomoção	Locomoção com conforto, postura normal, sem sinais de claudicação.
Escore 2	Claudicação leve	- Plana em estação - Levemente arqueada em locomoção	Locomoção sem sinais de desconforto. Linha de dorso evidenciou leve arqueamento durante deslocamento.
Escore 3	Claudicação moderada	- Arqueada em estação - Arqueada em locomoção	Moderada alteração na distribuição do peso durante a locomoção, passadas inseguras (hesitantes). Passos curtos em um ou mais membros.
Escore 4	Claudicação evidente	- Arqueada em estação - Arqueada em locomoção	Evidente alteração da locomoção, animal tentou reduzir o apoio sobre o membro lesado, favorecendo um ou mais membros não afetados.
Escore 5	Claudicação severa	- Arqueada em estação - Arqueada em locomoção	Animal não se apoiou sobre membro lesado e apresentou grande dificuldade de locomoção.

Avaliação dos parâmetros fisiológicos

Foram realizadas avaliações da frequência respiratória (FR; resp/min), e temperatura de superfície do pelame (T_s ; °C), mensuradas a cada três horas, por 24 horas, uma vez por mês, nos meses de avaliação de cada período. A temperatura retal (T_R ; °C) foi aferida apenas uma vez durante o dia de avaliação dos demais parâmetros. A frequência respiratória foi aferida pela observação do número de movimentos do flanco do animal, com auxílio de um cronômetro digital durante vinte segundos, posteriormente multiplicados por três para obtenção do número de movimentos respiratórios por minuto (resp/min).

Para verificação da temperatura retal (T_R ; °C) foi utilizado um termômetro clínico digital, introduzido no reto do animal por um minuto, mantendo-o

ligeiramente inclinado para o contato do bulbo com a parede do canal, com perturbação mínima.

Para verificação da temperatura superfície do pelame (T_s ; °C) foi utilizado termômetro digital infravermelho, sem contato, cujas medidas foram tomadas em diferentes regiões do corpo (cabeça, pescoço, flanco, garupa, perna e úbere), tomando as medidas de modo alternado nas regiões de pelame preto e branco.

Avaliações de comportamento

O comportamento das vacas foi monitorado de forma direta, por meio do método de amostragem instantânea, a cada 10 minutos, por 24 horas, conforme Martin e Baterson (2007). As avaliações foram realizadas uma vez a cada mês, no mesmo dia da realização das avaliações fisiológicas, durante o período experimental. Para realizar as observações visuais os animais foram identificados com números pintados nos dois lados do corpo de forma visível a uma distância de 20 metros.

Foram avaliadas interações sociais agonísticas e positivas, bem como a movimentação e ofegação (para dissipar calor), com auxílio de planilhas de campo, cujos comportamento foram avaliados com utilização de etograma, de acordo com a descrição do Quadro 2.

Quadro 2 - Descrição dos comportamentos avaliados

Comportamento	Descrição
Ócio em pé	Animal em pé, sem realizar qualquer atividade
Ócio deitado	Animal deitado, sem realizar qualquer atividade
Ruminando em pé	Animal em pé, regurgitando ou remastigando os alimentos
Ruminando deitado	Animal deitado, regurgitando ou remastigando os alimentos
Comendo	Animal ingerindo alimento no comedouro
Ingerindo água	Animal ingerindo água no bebedouro
Andando	Deslocamento do animal, na área de descanso ou pista de alimentação
Ofegante	Como forma de dissipar o calor corporal, o animal apresenta boca aberta e salivação intensa
Afugentar	Quando uma vaca chegar a menos de 0,5 m de outra vaca, fazendo com que a companheira de curral se afaste sem qualquer contato físico
Empurrar	Quando uma vaca empurra com o corpo a outra vaca, fazendo-a se mover
Cabeçada	Golpe rápido com a cabeça em outra vaca, em geral, sem causar o deslocamento do animal
Lamber	Animal lambe (passar a língua) em outro animal
Monta	Quando uma vaca apresenta comportamento de montar na outra vaca

Fonte: Martin e Baterson, 2007.

Avaliações de temperamento

As medidas de reatividade foram realizadas por dois avaliadores treinados, atribuindo escores a reatividade dos animais no ambiente de ordenha em três etapas: 1- Pré ordenha - Compreendeu a entrada dos animais e pré dipping; 2- Ordenha - Acoplamento de teteira até cessar o fluxo de leite; e 3- Pós ordenha - Desde a retirada de teteira, pós-dipping até a saída dos animais, conforme descrição no Quadro 3. Nas três etapas, as respostas comportamentais foram avaliadas por método adaptado de PIOVESAN (1998), SILVA (2009) e BOUCINHAS (2008).

Quadro 3 - Comportamentos avaliados no ambiente de ordenha

Pré ordenha e Pós ordenha		
Comportamento	Escore atribuído	Descrição
Coices, defecação, micção e vocalização	0	Ausência
	1	Ocorrência/tentativa
Deslocamento	1	Tranquila
	2	Agitada ou oferecendo alguma resistência
	3	Muito agitada ou deslocamento forçado
Movimentação	1	Tranquila e sem movimentação
	2	Agitada com alguma movimentação
	3	Muito agitada e muita movimentação
Retirada de teteiras*	1	Tranquila, sem resistência
	2	Reativa, com certa inquietação
	3	Extremamente reativa e bastante inquieta
Durante a ordenha		
Acoplamento de teteiras	1	Tranquila, sem resistência
	2	Reativa, com certa inquietação
	3	Extremamente reativa e bastante inquieta
Tempo de descida do leite	Tempo (segundos)	Tempo entre o acoplamento de teteira e descida do leite
Duração da ordenha	Tempo em segundos	Tempo entre o acoplamento de teteira e o cessar de leite no copo coletor da ordenhadeira

*Comportamento avaliado somente no pós-ordenha

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Com base nos registros dos comportamentos acima foi definido o escore de temperamento (ET), compondo quatro classes dispostas em ordem crescente como descrito no Quadro 4. Quanto maior a ocorrência do comportamento aversivo, maior foi o seu escore de temperamento.

Quadro 4 - Descrição dos escore temperamental atribuído aos animais

Escore temperamental	Descrição
1/Calmo	Passou pelas três etapas da ordenha sem qualquer manifestação aversiva
2/Ligeiramente impaciente	Apresentou alguma manifestação aversiva como tentativa de coice, resistência no acoplamento/retirada da teteira e/ou entrada/saída dos animais da sala de ordenha
3/Inquieto	Apresentou reatividade moderada durante acoplamento da teteira, resistência ao entrar na sala de ordenha, muita movimentação durante a ordenha, tentativas de coice, alguma defecação/micção
4/Muito perturbado	Animal extremamente aversivo durante a ordenha, presença de coices, vocalização, resistência na colocação/retirada de teteira, pré e pós-dipping, muita movimentação, maior tempo de latência na descida do leite, animal apresentando micção/defecação

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Análise estatística

Foi realizada a estatística descritiva para análise dos dados ambientais, índices de conforto térmico e comportamento dos animais, utilizando o software Minitab. Para análise dos dados de claudicação foi utilizado o teste T de amostras pareadas ou dependentes. Já para a análise dos dados de temperatura, umidade e aeração da cama, parâmetros fisiológicos e temperamento foi realizada análise de variância, utilizando o software SAS. As diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade durante as duas fases experimentais (período seco e chuvoso), no ambiente experimentado pelas vacas (dentro do *compost barn*), obtiveram em cada período médias para os 3 meses de avaliações, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Temperatura e umidade relativa do ar dentro do sistema *compost barn* no período seco e chuvoso

Variável	Período	Mês	Média	CV (%)	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	Chuvoso	Julho	21,0	7,6	19,0	24,2
		Agosto	24,5	14,1	19,0	30,3
		Setembro	21,9	10,8	19,6	27,4
	Seco	Dezembro	28,0	10,1	23,6	32,4
		Janeiro	28,6	13,8	23,5	34,3
		Fevereiro	27,3	10,1	24,1	32,7
Umidade Relativa (%)	Chuvoso	Julho	83,1	15,2	53,2	96,9
		Agosto	81,9	15,7	55,0	98,6
		Setembro	89,3	11,6	59,7	98,9
	Seco	Dezembro	80,8	15,7	41,4	89,0
		Janeiro	83,2	15,2	59,2	97,6
		Fevereiro	79,1	15,6	56,0	96,5

T=Temperatura; UR=Umidade relativa

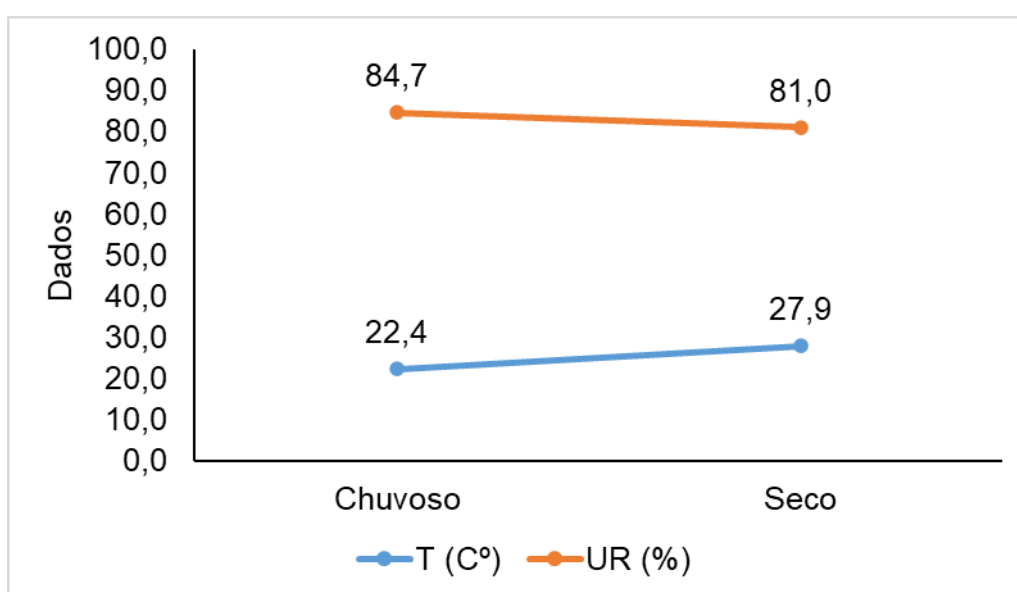
A média de temperatura dentro do *compost barn* foi maior no período seco (27,9°C) quando comparada com a do período chuvoso (22,4°C). A média de temperatura nos meses de julho (21,0°C), agosto (24,5°C) e setembro (21,9°C) variou, com julho sendo o mês mais frio, e agosto o mais quente dentro do período chuvoso. No período seco, nos meses de dezembro (28,0°C), janeiro (28,6°C) e fevereiro (27,3°C), as médias de temperatura foram mais altas do que nos meses chuvosos. Janeiro foi o mês mais quente, com 28,6°C de média.

O aumento das temperaturas no período seco, quando comparado ao chuvoso, pode ser atribuído à maior radiação solar e menor umidade no período, que dificultam a dissipação de calor. Além disso, a estrutura do *compost barn* pode ter contribuído na retenção do calor interno no período seco, sugerindo a

necessidade de estratégias de controle térmico, como ventilação eficiente ou sistemas de resfriamento, para minimizar o impacto do estresse térmico.

A média da umidade relativa do ar dentro do *compost barn* foi de 84,7% no período chuvoso e de 81% no período seco (Figura 1). A umidade relativa nos meses chuvosos (julho, agosto e setembro) foi mais alta, com médias entre 81,9% (agosto) e 89,3% (setembro). No período seco, nos meses de dezembro (80,8%), janeiro (83,2%) e fevereiro (79,1%), a umidade relativa foi um pouco mais baixa do que nos meses chuvosos.

Figura 1- Médias de temperatura e umidade dentro do *compost barn* no período seco e chuvoso



A umidade relativa é naturalmente mais alta durante o período chuvoso, quando as chuvas são mais intensas, reflexo da maior quantidade de vapor d'água no ar, dada a precipitação mais elevada. No período seco a umidade é naturalmente mais baixa, uma vez que a menor quantidade de chuva tende a diminuir a umidade do ar.

A seguir, na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos para os índices de Temperatura e Umidade (ITU) e Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), avaliados no ambiente interno do *compost barn*, durante o período seco e período chuvoso. No período chuvoso a média do ITU foi de 77,7 e de 72,6 no período. O ITGU obteve média de 72,9 no período seco e de 75,7 no período chuvoso.

Tabela 2. Índices de conforto térmico no ambiente dentro do *compost barn* no período seco e chuvoso

Variável	Período	Média	CV (%)
ITU	Seco	72,6	5,6
	Chuvoso	77,7	4,7
ITGU	Seco	72,9	4,6
	Chuvoso	75,7	5,2

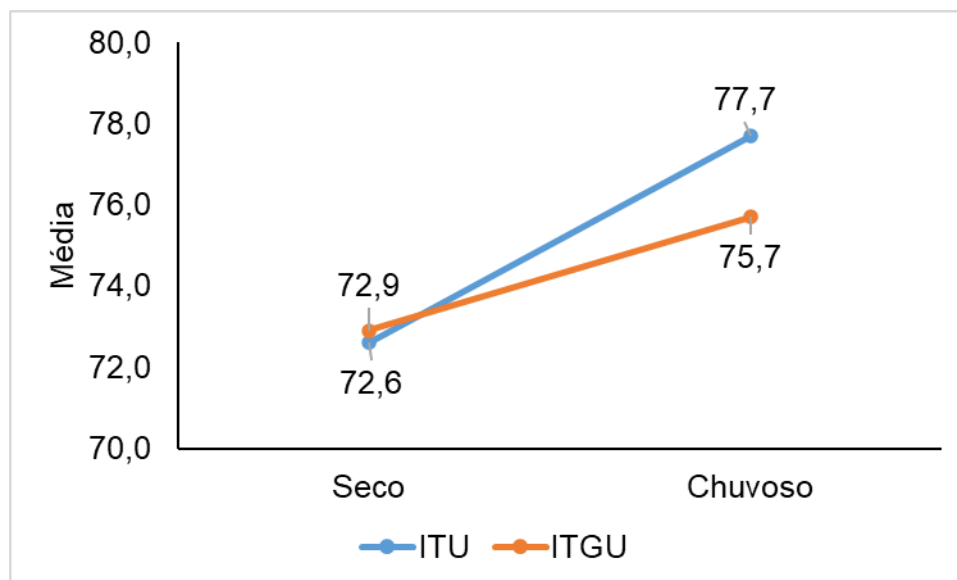
A análise dos dados indica que, o conforto térmico foi avaliado pelo ITU, tanto no período chuvoso quanto no seco, o ambiente apresenta níveis de estresse térmico dentro da faixa considerada amena, conforme os limites definidos por Ferreira (2015), que classificam o estresse térmico em diferentes níveis. Quando o ITU é abaixo de 68, não há estresse; entre 69 e 71, há um leve estresse; de 72 a 79, o estresse é considerado ameno; de 79 a 89, o estresse é moderado; e valores entre 90 e 98 indicam um estresse grave. Esse resultado indica que, durante ambos os períodos, os animais não estão expostos a condições críticas de estresse térmico, porém, o estresse ameno pode ainda afetar a produtividade e o comportamento dos animais ao longo do tempo, principalmente se as condições se mantiverem nesse nível por períodos prolongados. Em um contexto de manejo, seria importante monitorar continuamente as condições ambientais para garantir que não haja elevações súbitas do estresse térmico, garantindo o conforto e o desempenho ótimo dos animais.

Vale destacar que a umidade relativa do ar desempenhou um papel importante na sensação térmica dos animais. Durante o período chuvoso, associada a temperatura, a umidade mais alta acentuou a sensação de calor, enquanto no período seco, a umidade reduzida contribuiu para uma sensação um pouco mais amena, mas ainda assim dentro de uma faixa de estresse térmico ameno.

Nos resultados obtidos, o ITGU foi analisado de acordo com a classificação de Baêta (1985) que define valores abaixo de 74 como situação de conforto, valores entre 74 e 78,9 como estresse térmico leve, e valores de 79 a 84 como elevado estresse térmico. A análise dos resultados revela que, no período chuvoso, a média do ITGU indicou uma situação de estresse térmico

leve (Figura 2). No período seco o ambiente apresentou uma situação de conforto, o que indica que, quando o conforto térmico foi avaliado por esse índice, as condições térmicas no período seco foram adequadas para os animais, proporcionando um ambiente mais favorável para o bem-estar.

Figura 2- Índices de conforto térmico no *compost barn* no período seco e chuvoso



A gestão das condições térmicas, com uso da ventilação forçada (mecânica) ou outros meios de resfriamento, pode ser uma estratégia importante para minimizar o impacto do estresse térmico, principalmente em ambientes com altas temperaturas e umidade (ARAÚJO et al., 2016). Contudo, é importante ressaltar que a propriedade do estudo adota a estratégia de ventilação mecânica no *compost barn* e o resfriamento das vacas por meio de banho de aspersão, o que contribui para o alívio do estresse térmico nas condições observadas.

Nas condições avaliadas, o ITGU mostrou-se mais eficaz que o ITU porque, além da temperatura e umidade, considera também a radiação solar e a ventilação, fatores essenciais para a avaliação do estresse térmico. Enquanto o ITU avalia apenas temperatura e umidade, o ITGU oferece uma análise mais completa e realista das condições ambientais, refletindo melhor o conforto térmico dos animais.

Em estudo realizado por Siqueira et al. (2022) no município de Carira-SE, ao avaliar o ITU e o ITGU em *compost barn*, puderam observar que o ITU em momento algum apresentou-se ideal para o conforto térmico das vacas, já quando o conforto foi avaliado por meio do ITGU, apenas os períodos da

madrugada e noite apresentaram condições ambientais ideais para as vacas, nos demais períodos (manhã e tarde) os animais passaram por estresse térmico de nível leve a situação de perigo.

A análise das temperaturas de superfície e profundidade da cama do *compost barn*, durante o período seco e chuvoso, revelou que as médias de temperaturas no período seco foram mais altas (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de temperaturas da cama do *compost barn* no período seco e chuvoso

Variável	Período	Média	EPM*	p-valor
Temperatura de profundidade (°C)	Chuvoso	38,3	0,33	<0,0001
	Seco	48,4		
Temperatura de superfície (°C)	Chuvoso	21,7	0,11	<0,0001
	Seco	26,1		

*Erro padrão da média

Durante o período chuvoso, a temperatura de superfície apresentou uma média de 21,7 °C, e no período seco, aumentou para uma média de 26,1 °C, mostrando uma diferença significativa quando comparado ao período chuvoso ($p < 0,0001$), refletindo as condições climáticas de menor umidade e aumento das temperaturas.

As temperaturas de profundidade mostraram um comportamento semelhante com a de superfície, sendo mais elevadas no período seco. A temperatura de profundidade durante o período seco foi de 48,4 °C, já no período chuvoso foi de 38,3 °C, apresentando uma diferença significativa ($p < 0,0001$) em comparação ao período seco.

A variação das temperaturas entre os períodos seco e chuvoso é um reflexo direto das condições climáticas e ambientais. Durante o período seco, as temperaturas de superfície foram mais elevadas devido ao aumento da radiação solar e à menor umidade do ar, fatores que favoreceram o aquecimento da superfície. Por outro lado, durante o período chuvoso, a presença constante de precipitações e a maior umidade relativa do ar têm um efeito de resfriamento, o que amenizou o efeito das condições ambientais sobre as temperaturas superficiais.

A influência do período também pode ser vista nas temperaturas de profundidade, que apesar da variação ter sido significativa entre os dois

períodos, as médias das temperaturas de profundidade permaneceram abaixo do intervalo recomendado. De acordo com Janni et al. (2007), a temperatura de profundidade ideal da cama deve estar entre 54 e 65°C para favorecer a decomposição microbiana, além disso, Black et al. (2014) destaca que quando a temperatura está nessa faixa é capaz de evitar a proliferação e eliminar microrganismos patogênicos.

O fato de as temperaturas de profundidade não alcançarem os valores recomendados pode indicar que o processo de compostagem não está ocorrendo de maneira tão eficiente na fazenda, o que pode ter implicações tanto para a higiene do ambiente quanto para a qualidade da cama.

Ao avaliar a ventilação no *compost barn* na altura da cama e na altura da vaca, durante os períodos seco e chuvoso foi possível observar que, em ambas as alturas, a ventilação foi significativamente maior durante o período chuvoso em comparação com o período seco (Tabela 4).

Tabela 4. Ventilação na superfície da cama e a 1,5m de altura no período seco e chuvoso

Variável	Período	Média	EPM*	p-valor
Aeração na superfície (m/s)	Chuvoso	3,7	0,11	<0,0001
	Seco	1,7		
Aeração na altura da vaca (m/s)	Chuvoso	4,6	0,09	<0,0001
	Seco	2,7		

*Erro padrão da média

Na altura da cama, a média da ventilação foi de 3,7 m/s no período chuvoso, contra 1,7 m/s no período seco. Na altura da vaca, o padrão de ventilação foi semelhante, com valores mais altos de ventilação observados durante o período chuvoso, sendo a média da ventilação de 4,6 m/s no período chuvoso, contra 2,7 m/s no período seco. A diferença entre os períodos foi estatisticamente significativa ($p < 0,0001$) em ambas as alturas, indicando que houve redução da ventilação no período seco e uma ventilação mais eficiente no período chuvoso.

A ventilação desempenha um papel crucial no funcionamento eficiente de um *compost barn*, seja por meio de ventilação natural ou mecânica. Ela é responsável por eliminar o calor e a umidade gerados tanto pelos animais quanto pelo processo de compostagem (DANIELI et al., 2018). É importante destacar

que na propriedade, em ambos os lados do galpão, havia ventilação mecânica, indicando que a circulação de ar não foi constante diante das variações climáticas. No entanto, além das condições climáticas adversas, durante o período seco, a ventilação foi significativamente menor, e isso pode ter sido influenciado por uma falta de energia que ocorreu na fazenda, o que provavelmente teve um impacto significativo na ventilação. Quando ocorre uma interrupção no fornecimento de energia, o sistema de ventilação mecânica, que dependiam de eletricidade para funcionar, foram paralisados, permanecendo apenas a ventilação natural dentro do galpão.

Vale destacar que, tanto no período seco quanto no chuvoso, a ventilação na altura da vaca foi superior à da superfície da cama. Esse resultado sugere que a posição dos ventiladores pode não estar correta, o que prejudica a circulação de ar adequada na cama. Quando os ventiladores não estão estrategicamente posicionados para direcionar o fluxo de ar para as camadas mais baixas da cama, a aeração se torna ineficiente, dificultando a remoção do calor acumulado, afetando negativamente o conforto dos animais e o processo de compostagem (DAMASCENO, 2012).

A umidade da cama no *compost barn* também foi avaliada, durante os períodos seco e chuvoso e os resultados indicaram que ela foi significativamente maior no período chuvoso em comparação com o período seco (Tabela 5).

Tabela 5. Umidade da cama do *compost barn* no período seco e chuvoso

Variável	Período	Média	EPM*	p-valor
Umidade (%)	Chuvoso	42,0	0,82	<0,0001
	Seco	34,2		

*Erro padrão da média

A média de umidade da cama foi de 42,0% no período chuvoso, e de 34,2% no período seco. Essa diferença foi estatisticamente significativa ($p < 0,0001$), sugerindo que as condições climáticas do período chuvoso, com maior precipitação e umidade relativa do ar, contribuíram para o aumento da umidade na cama. A umidade da cama foi significativamente maior no período chuvoso, possivelmente devido a umidade do ambiente, uma vez que as chuvas aumentam diretamente a umidade ambiente, influenciando a capacidade de absorção da cama.

De acordo com as recomendações de Rynk et al. (1992), que sugerem uma umidade da cama entre 40% e 65% para uma compostagem adequada e somente no período chuvoso a umidade se manteve dentro dessa faixa ideal. Indicando que, o processo de compostagem pode não estar ocorrendo, devido à umidade e temperaturas abaixo do ideal, recomendando-se a substituição da cama para garantir condições ideais de compostagem e funcionamento do sistema. Ainda vale ressaltar que, a umidade excessiva, quando acima de 65%, conforme Rynk et al. (1992), apesar de não ter ocorrido neste estudo, também pode trazer desafios, como o risco de acúmulo de dejetos, o que pode levar a compactação da cama, dificultando a aeração e a remoção de calor.

Em contrapartida, no período seco, a umidade da cama foi significativamente menor, provavelmente devido à menor precipitação e à evaporação mais acelerada, resultante da baixa umidade relativa do ar e das altas temperaturas. Corroborando com os achados de Danieli et al. (2016), onde observaram que, com o aumento da temperatura do ar, houve um decréscimo na umidade da cama. Por outro lado, quando a umidade relativa do ar aumentou, a umidade da cama também apresentou elevação.

A umidade da cama também foi avaliada antes e depois dos revolvimentos diários, com o objetivo de verificar se o processo de revolvimento afetava significativamente a umidade da cama. A análise realizada nos lados direito e esquerdo do galpão mostraram que não houve diferença significativa na umidade da cama antes e depois do revolvimento diário em (Tabela 6).

Tabela 6. Umidade da cama antes e após o manejo de revolvimento diário

Variável	Virada	Média	EPM*	p-valor
Umidade (%)	Antes	37,7	0,82	0,4589
	Depois	38,5		

*Erro padrão da média

A umidade média antes do revolvimento foi de 37,7%, enquanto após o revolvimento diário foi de 38,5%, onde essa diferença entre as médias não foi estatisticamente significativa ($p=0,4589$), sugerindo que o revolvimento diário não alterou de maneira relevante a umidade da cama do *compost barn*.

Esses resultados indicam que, apesar dos revolvimentos diários realizados para promover a aeração e a mistura da cama, não houve alteração significativa na umidade da cama. Isso sugere que a umidade da cama pode ser mais influenciada por fatores externos, como a umidade relativa do ar e as

condições climáticas, do que pelo efeito imediato do revolvimento diário, visto que a coleta das amostras foram retiradas imediatamente após o revolvimento, indicando que o efeito do revolvimento sobre a umidade não é instantâneo, podendo ser necessário esperar algumas horas após o revolvimento para perceber uma diferença significativa nos níveis de umidade entre o antes e o depois.

Em relação a claudicação das vacas, avaliada no período seco e chuvoso, como pode-se observar na Tabela 7, não foram observadas diferenças significativas entre os dois períodos, com escores médios de 1,6 para o período chuvoso e 1,7 para o período seco ($p=0,3989$). Isso sugere que fatores como o clima, apesar de influenciar outros aspectos, como a umidade da cama, não afetaram de maneira expressiva a ocorrência de claudicação.

Tabela 7. Escore médio de claudicação das vacas no período seco e chuvoso

Variável	Período	Média	EPM*	<i>p-valor</i>
Claudicação	Chuvoso	1,6	0,09	0,3989
	Seco	1,7		

*Erro padrão da média

A ausência de diferença pode ser atribuída ao manejo preventivo eficaz realizado pela fazenda, especialmente no que diz respeito ao casqueamento regular das vacas e a passagem em pedilúvio. O casqueamento preventivo, realizado periodicamente, é uma prática importante para minimizar problemas relacionados à claudicação, independentemente das variações climáticas.

A manutenção da saúde dos cascos, controlando o crescimento e as infecções, contribui para o bem-estar dos animais e pode reduzir a incidência de lesões e doenças podais, que são fatores importantes no desenvolvimento da claudicação (REIS e NOGUEIRA, 2023). Esses manejos podem ter mitigado possíveis efeitos adversos dos períodos seco e chuvoso sobre a saúde dos cascos, explicando a ausência de diferença significativa entre os dois períodos.

Na avaliação dos parâmetros fisiológicos, todas as variáveis analisadas foram significativamente mais elevadas no período seco quando comparado ao período chuvoso (Tabela 8). Durante o período seco, a média da frequência respiratória foi de 68,82 respirações por minuto, enquanto no período chuvoso a média foi de 51,57 respirações por minuto ($p<0,0001$).

Tabela 8. Médias das variáveis fisiológicas avaliadas nas vacas em lactação em função do período seco ou chuvoso

Variável	Período		CV (%)	p-valor
	Chuvoso	Seco		
Movimentos respiratório (nº/min)	51,57b	68,82a	27,96	<0,0001
Temperatura retal (°C)	38,48b	38,85a	1,56	<0,0001
Temperatura do úbere (°C)	26,95b	29,33a	10,59	<0,0001
Temperatura do pelame (°C)	28,08b	30,94a	13,36	<0,0001

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si significativamente

Esse aumento na frequência respiratória no período seco pode ser atribuído ao estresse térmico causado pelas altas temperaturas e baixa umidade, que forçam os animais a aumentarem a frequência respiratória como uma estratégia para dissipar o calor e regular a temperatura corporal. No período chuvoso, com temperaturas mais amenas e maior umidade, a resposta térmica dos animais foi menos intensificada, resultando em uma frequência respiratória mais baixa.

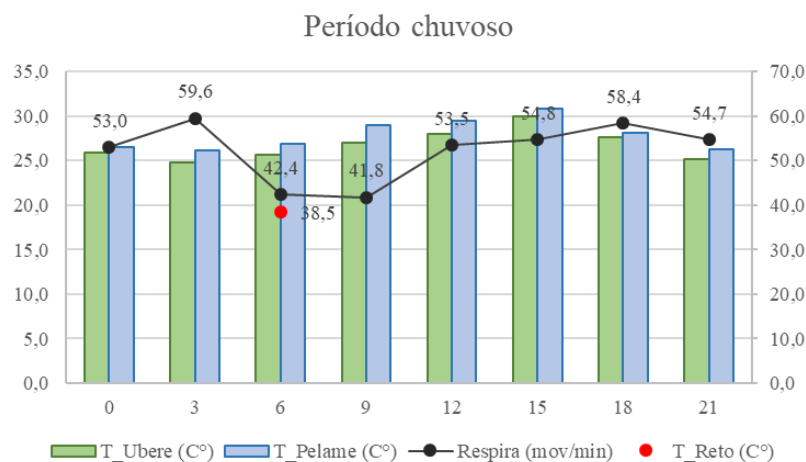
Referente a avaliação das temperaturas corporais, a temperatura retal também apresentou diferença significativa entre os períodos, com valores mais altos no período seco. A média da temperatura retal foi de 38,85°C no período seco e 38,48°C no período chuvoso ($p < 0,0001$). Em relação as temperaturas de superfície, tanto a temperatura de pelame quanto a temperatura do úbere, as médias também foram maiores no período seco. A média de temperatura do pelame foi de 30,94°C no período seco, enquanto no período chuvoso foi de 28,08°C ($p < 0,0001$). E a média da temperatura do úbere foi de 29,33°C no período seco, comparado a 26,95°C no período chuvoso ($p < 0,0001$). Além de fatores ambientais afetarem as temperaturas superficiais, aumentos da temperatura da superfície do úbere podem estar correlacionados com a mastite (OLIVEIRA et al., 2022).

Esse aumento das temperaturas corporais no período seco, também pode ser atribuído ao estresse térmico causado pelas condições ambientais desse período. As vacas, ao enfrentarem um ambiente mais quente, tendem a apresentar um aumento nas temperaturas corporais como uma resposta ao calor do meio. O aumento das temperaturas de pelame e úbere reflete diretamente a

difículdade das vacas em dissipar o calor, o que pode afetar seu conforto e desempenho produtivo.

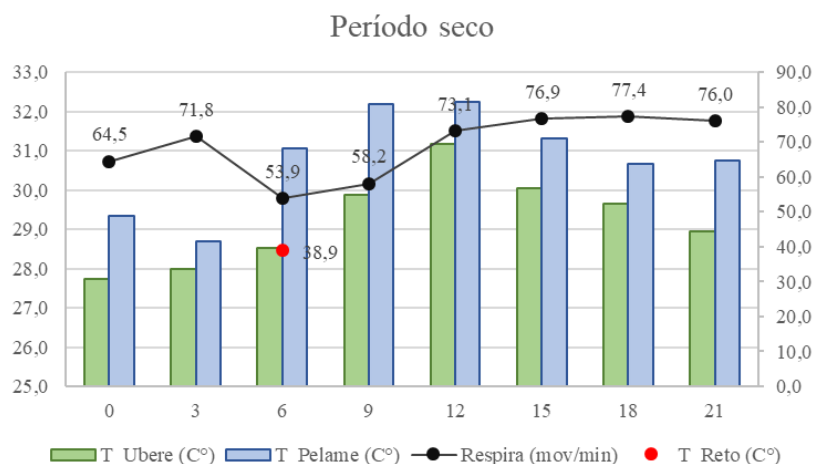
As médias dos parâmetros fisiológicos avaliados a cada três horas, durante o período de 24 horas, no período chuvoso, estão apresentadas na Figura 3. O número médio de movimentos respiratórios variou entre 41,8 e 59,6 movimentos por minuto, no qual o menor valor foi observado às 9h, enquanto o maior valor ocorreu às 3h. A temperatura média retal foi avaliada uma única vez ao dia, onde a média foi de 38,5 nesse período, avaliada às 15h. A temperatura média do pelame apresentou comportamento semelhante a temperatura do úbere, onde as menores temperaturas foram registradas às 3h e as maiores às 15h.

Figura 3 - Parâmetros fisiológicos observados nas vacas em lactação ao longo das 24 horas durante o período chuvoso.



No período seco (Figura 4), o número médio de movimentos respiratórios variou entre 53,9 e 77,4 movimentos por minuto, no qual o menor valor foi observado às 6h, enquanto o maior valor ocorreu às 18h. Assim como no período chuvoso, a temperatura média retal foi avaliada uma única vez ao dia, às 15h, onde a média foi de 38,9 nesse período. A temperatura média do pelame e do úbere foram mais heterogêneas quando comparado ao período chuvoso, onde a maior temperatura do pelame foi às 12h e a menor às 3h. Em relação a temperatura do úbere, a maior temperatura também foi observada às 12h, porém a menor foi às 00h.

Figura 4 - Parâmetros fisiológicos observados nas vacas em lactação ao longo das 24 horas durante o período seco



Com base nos dados apresentados, pode-se observar que as variações nos parâmetros fisiológicos dependem tanto das condições climáticas quanto da hora do dia. Durante o período chuvoso, a média da frequência respiratória das vacas ficou abaixo da faixa de conforto, já no período seco, a média ficou acima da faixa de conforto. De acordo com Perissinotto et al. (2009), a frequência respiratória de bovinos leiteiros pode ser classificada em diferentes faixas de conforto: conforto alto para valores inferiores a 56 movimentos por minuto; conforto médio para valores entre 56 e 64 movimentos por minuto; e conforto baixo para valores superiores a 64 movimentos por minuto. Dessa forma, apenas nos horários 18h e 03h do período chuvoso, os animais apresentaram movimentos respiratórios na faixa de conforto médio das vacas, e no período seco, apenas no horário de 06h as vacas apresentaram movimentos respiratórios dentro da faixa de conforto. Indicando que, na maior parte do tempo, as vacas estavam em desconforto térmico, reforçando a ideia de que a depender da hora do dia, as vacas enfrentaram condições de estresse.

Os comportamentos das vacas avaliados nos períodos seco e chuvoso, com a frequência de cada comportamento registrada ao longo dos dois períodos estão descritos na Tabela 9. Entre os comportamentos avaliados, destacam-se o ócio em pé, ócio deitado, ruminando em pé, ruminando deitado e comendo.

Tabela 9. Frequência média dos comportamentos das vacas no intervalo de 24 horas no período seco e chuvoso

Variável	Período	Média	EPM*
Ócio em pé	Chuvoso	5,93	0,56
	Seco	6,61	0,78
Ócio deitado	Chuvoso	10,30	1,23
	Seco	12,86	1,57
Ruminando em pé	Chuvoso	7,43	0,92
	Seco	5,75	0,85
Ruminando deitado	Chuvoso	14,23	1,54
	Seco	10,98	1,27
Comendo	Chuvoso	11,09	1,53
	Seco	6,80	1,16
Andando	Chuvoso	0,74	0,09
	Seco	0,56	0,07
Ofegante	Chuvoso	0,08	0,04
	Seco	0,10	0,05
Empurrando	Chuvoso	0,06	0,02
	Seco	0,02	0,01
Afugentando	Chuvoso	0,00	0,00
	Seco	0,00	0,00
Cabeçada	Chuvoso	0,12	0,03
	Seco	0,08	0,03
Lambendo	Chuvoso	0,14	0,03
	Seco	0,17	0,05
Montando	Chuvoso	0,04	0,01
	Seco	0,00	0,00
Bebendo água	Chuvoso	0,48	0,07
	Seco	0,80	0,14
Brincando	Chuvoso	0,01	0,01
	Seco	0,00	0,00

*Erro padrão da média

Durante o período seco, os comportamentos de ócio em pé e ócio deitado apresentaram maior frequência, indicando que as vacas tendem a permanecer em repouso mais frequentemente nesse período, possivelmente devido ao estresse térmico e à busca por conforto. Apesar da disponibilidade constante de alimento, o comportamento de comer foi mais frequente no período chuvoso, indicando que no período seco elas alimentaram-se menos na tentativa de minimizar a produção de calor adicional gerada pela digestão dos alimentos.

Além disso, no período seco, observou-se maior frequência de vacas ofegantes, o que pode ser explicado pelo calor causado pelo aumento das temperaturas, já que durante o período seco, as temperaturas foram mais elevadas do que no chuvoso, provocando um aumento na frequência de vacas

ofegantes, um comportamento típico em resposta ao calor. Também foi registrada uma frequência mais alta de vacas lambendo-se, provavelmente como parte de comportamentos de autolimpeza ou conforto térmico.

No período chuvoso, as vacas apresentaram maior frequência de comportamentos relacionados à alimentação, como ruminar (em pé e deitado) e comer. Embora a disponibilidade de alimento tenha sido constante em ambos os períodos, as vacas demonstraram uma maior atividade alimentar no período chuvoso, o que pode estar relacionado a um aumento na atividade ruminal e no tempo dedicado à alimentação, possivelmente devido a condições ambientais mais favoráveis, como temperaturas mais amenas e maior conforto.

Durante esse período, também foi observada uma maior frequência de comportamentos de andar, empurrar e dar cabeçadas, sugerindo uma maior interação social entre as vacas. Não foi observado comportamento de afugentar em nenhum dos períodos, indicando a ausência de disputas agressivas ou comportamentos de defesa territorial entre as vacas, sugerindo que os lotes de vacas estão bem formados e equilibrados, sem sinais de disputas agressivas ou comportamentos de defesa territorial.

Esses resultados indicam que os comportamentos das vacas em confinamento variam conforme as condições climáticas, com maior frequência de comportamentos de repouso no período seco e maior atividade alimentar e social no período chuvoso.

A avaliação do temperamento, da reatividade das vacas por meio do acoplamento e retirada de teteira e da duração da ordenha em segundos, durante os períodos seco e chuvoso, apresentaram diferença significativa entre os dois períodos ($p < 0,05$), apenas a descida do leite não apresentou diferença estatística (Tabela 10).

Tabela 10. Médias do temperamento, reatividade, descida do leite e duração da ordenha no período seco e chuvoso

Variável	Época do ano		EPM*	p-valor
	Chuvosa	Seca		
Temperamento (escore)	2,07a	1,90b	0,07	0,0358
Acoplamento Teteira (escore)	1,78a	1,48b	0,06	0,0024
Retirada Teteira (escore)	1,88a	1,35b	0,06	<0,0001
Descida do leite (seg)	2,04a	2,12a	0,09	0,5619
Duração da ordenha (seg)	333a	295b	10,9	0,0159

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si significativamente

*Erro padrão da média

O temperamento das vacas foi avaliado com base nos comportamentos durante o processo de manejo de ordenha. No período chuvoso, as vacas apresentaram uma média de temperamento mais reativo (média = 2,07) em comparação ao período seco (média = 1,90) ($p=0,358$). Isso sugere que, durante o período chuvoso, as vacas mostraram uma resposta mais intensa ao manejo, possivelmente devido ao comportamento das vacas primíparas.

A reatividade das vacas, quando avaliada pelo acoplamento da teteira, foi significativamente maior no período chuvoso, com escore médio de 1,78, em comparação ao período seco, que foi de 1,48 ($p=0,0024$). Da mesma forma, a reatividade das vacas, quando avaliada pela retirada da teteira, foi também significativamente maior no período chuvoso (média = 1,88) em comparação ao período seco (média = 1,35) ($p=0,001$).

A duração média da ordenha foi significativamente maior no período chuvoso, com 333 segundos, quando comparada ao período seco que foi de 295 segundos ($p=0,0159$). Já em relação a descida do leite, não foi observada diferença significativa entre os dois períodos ($p>0,05$). Isso sugere que a descida do leite não foi influenciada de forma significativa pelas condições climáticas nos dois períodos avaliados, indicando que esse processo fisiológico pode ser mais dependente de fatores fisiológicos ou de manejo do que do clima.

A maior reatividade observada no período chuvoso em comparação ao período seco, tanto no temperamento quanto nas variáveis de reatividade ao acoplar e desacoplar as teteiras e o tempo de descida do leite, pode ser

explicada pelo estágio de lactação, especialmente das primíparas. Durante o período chuvoso, as primíparas ainda estavam em fase de adaptação ao ambiente e ao manejo de ordenha, o que pode ter causado um aumento no comportamento reativo, refletido nas três variáveis analisadas. No período seco, as vacas, incluindo as primíparas, já estavam mais adaptadas ao manejo e ao ambiente, resultando em uma média mais baixa para essas variáveis, indicando um temperamento mais tranquilo e ao processo de ordenha. Isso sugere que deve ser adotado um manejo adequado para vacas primíparas, já que ele se torna essencial para garantir o bem-estar e o desempenho produtivo dos animais, especialmente durante a fase de adaptação ao ambiente e ao sistema de ordenha. Nesse contexto, práticas de manejo adequadas, como treinamento gradual, manejo sensível e ambiente confortável, são cruciais para reduzir a reatividade e melhorar o temperamento das vacas.

CONCLUSÃO

A época do ano influenciou os parâmetros fisiológicos e o comportamento das vacas em lactação, assim como as características da cama do *compost barn*, em ambiente semiárido. No entanto, a claudicação das vacas não foi afetada pela variação sazonal sob essas condições. Assim, o período seco teve o maior impacto sobre o conforto térmico e o comportamento das vacas, exigindo uma atenção especial ao manejo durante esse período para minimizar os efeitos adversos sobre o desempenho e o bem-estar dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, J. I. M.; ARAÚJO, A. C.; FONSECA, W.J.L.; BARROS JUNIOR, C. P.; LUZ, C. S. M.; ARAUJO, J. M.; FARIAS, L. A.; SOUSA JÚNIOR, S. C. Efeitos das variáveis climáticas sobre características fisiológicas de vacas mestiças (Holandês x Gir) em lactação. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v.14, n. cont., p.185-193, 2016.

BAÊTA, F.C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. Missouri, 1985. 218f. Tese (Doutorado em Agricultura), State University Of Missouri Columbia.

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

BOUCINHAS, C. C. **Comportamento em sala de ordenha e níveis séricos dos hormônios cortisol, t3 e t4 de ovelhas da raça Bergamácia sob três diferentes sistemas de produção**. 2008. Botucatu, 59f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade do Estado de São Paulo.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO AROCHO, A.; CANTON, G. H; PITT, D. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v. 24, n. 3, p.711-714, 1981.

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

DAMASCENO, F. A. **Compost Bedded Pack Barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. 2012, 404 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

DANIELI, B.; CONTE, R.A.; RADAVELLI, W.; DREHMER, L.V.; RIGON, F.; ZAMPAR, A.; ARAUJO, D.N.; SCHOGOR, A.L. Caracterização das instalações e avaliação da ambiência em sistemas *Compost Barn* no Oeste Catarinense. In: Congresso Brasileiro De Zootecnia, 16., 2016, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: Zootec, 2016.

DANIELI, B.; BARRETA, D. A.; SCHOGOR, A. L. B. Características e recomendações de gerenciamento no confinamento de vacas de leite em *compost barn*: revisão. **Revista Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 249-255, 2018.

FERREIRA, R.A. **Maior Produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil, 2015. 371p.

FONSECA, L. L. M.; MOURA, M. M. A; CARVALHO, C. C. S.; SANTOS, K. F. A.; FONSECA, S. M. R.; SANTOS, J. A.; MENDES, A. K. F.; COSTA, R. F.; RIBEIRO, J. C.; SANTOS, L. C. S.; COUTINHOS, J. S.; SOARES, R. B.; LAFETÁ NETO, O. V.; DIAS JUNIOR, C. A.; MENDES, L. R. Bem-estar na bovinocultura

leiteira: revisão de literatura. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 1-15, 2024.

GUESINE, G. D.; SILVEIRA, R. M. F.; SILVA, I. J. O. Physical and environmental characteristics of the *compost barn* system and its effects on the physical integrity, reproduction and milk production of dairy cattle: a scoping review. **Journal of Animal Behaviour and Biometereology**, v. 11, n. 2, p. 1-6, 2023.

JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU, J. K.; SCHOPER, W. W. Compost Dairy Barn Layout and Management Recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2007.

LESO, L.; BARBARI, M.; LOPES, M. A.; DAMASCENO, F. A.; GALAMA, P.; TARABA, J. L.; KUIPERS, A. Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 2, p. 1072–1099, 2020.

MARTIN P, BATESON P. **Measuring Behaviour**. 3^a ed. London: Cambridge University Press, 2007.

OLIVEIRA, A. V. D.; REIS, E. M. B.; FERRAZ, P. F. P.; BARBARI, M.; SANTOS, G. S.; CRUZ, M. V.R.; SILVA, G. F.; SILVA, A. O. L. Infrared thermography as a technique for detecting subclinical bovine mastitis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 74, n. 6, p. 992-998, 2022

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F.; SOUZA, S. R. L. D.; LIMA, K. A. O. D.; MENDES, A. S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, 2009.

PIOVESAN, U. **Análise de fatores genéticos e ambientais na reatividade de quatro raças de bovinos de corte ao manejo**. 1998. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 1998.

REIS, I. D.; NOGUEIRA, V. J. M. Afecções podais em bovinos de leite. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, v. 5, n. 1, p. 136-154, 2023.

RYNK, R; VAN DE KAMP, M.; WILLSON, G. B.; SINGLEY, M. E.; RICARDO, T. L.; KOLEGA, J. J.; GOUIN, F. R.; LALIBERTY, L.; KAY, D.; MURPHY, D. W.; HOITINK, H. A. J.; BRINTON, W. F. **On-Farm Composting Handbook (NRAES-54)**. New York: Ithaca, Northeast Regional Agricultural Eng. Service, 1992.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. A. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3^a ed. Editora Universitária, Viçosa, Brasil, 235p, 2002.

SILVA, M. A. F. **Podologia em bovinos: conceitos basilares**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Medicina Veterinária, Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 64 f, 2009.

SIQUEIRA, I. H. S.; VALE, P. A. C. B.; VALE, W. G.; BARRETO, L. M. G.; MENESES, M. D.; SANTOS, E. J.; RIBEIRO JUNIOR, V.; BRÊTAS, A. A. Caracterização da variabilidade espacial dos índices de conforto térmico para

vacas leiteiras criadas em *compost barn*. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.5, p.38001-38014, 2022.

SPRECHER, D. J; HOSTETLER, D. E.; KANEENE J. B. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. **Theriogenology**, v. 47, n. 6, p. 1179-1187, 1997.

THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, v.12, p.57-59, 1959. <http://dx.doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados nos dois capítulos evidenciam a importância das variações sazonais em aspectos ambientais e produtivos de vacas leiteiras alojadas em *compost barn*, em ambientes semiáridos. No Capítulo 1, foi observado que a época do ano tem impacto na produção e em alguns parâmetros da qualidade do leite, sugerindo que, apesar dessas influências sazonais, não há efeitos adversos sobre a saúde da glândula mamária ou as condições de higiene das vacas.

Já no Capítulo 2, foi evidenciado que a época do ano também exerce influência nos parâmetros fisiológicos, no comportamento e temperamento das vacas, assim como nas características da cama do *compost barn*. Embora a variação sazonal tenha impactado essas variáveis, a claudicação das vacas não foi afetada, indicando que esse aspecto da saúde animal não sofre influência direta das mudanças climáticas sazonais.

De maneira geral, os achados desta pesquisa reforçam a necessidade de um manejo adequado, considerando as variações climáticas, para otimizar a produção leiteira e garantir o bem-estar das vacas e que a época do ano influencia o sistema de produção *compost barn* no semiárido.