



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DO SERTÃO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA DO SERTÃO

THAYNARA CRISTINA DOS SANTOS PAIXÃO

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA
COMPOST BARN NO SEMIÁRIDO DE SERGIPE**

NOSSA SENHORA DA GLÓRIA

2025

THAYNARA CRISTINA DOS SANTOS PAIXÃO

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA
COMPOST BARN NO SEMIÁRIDO DE SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Zootecnia do *Campus* do Sertão da
Universidade Federal de Sergipe, como
requisito à obtenção do título de Bacharel em
Zootecnia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Lígia Maria Gomes
Barreto

NOSSA SENHORA DA GLÓRIA

2025

THAYNARA CRISTINA DOS SANTOS PAIXÃO

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS EM
SISTEMA *COMPOST BARN* NO SEMIÁRIDO DE SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia do Campus do Sertão da Universidade Federal de Sergipe, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, pela seguinte banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Lígia Maria Gomes Barreto
Universidade Federal de Sergipe - Campus do Sertão
Departamento de Zootecnia do Sertão
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Juliana Paula Felipe de Oliveira
Universidade Federal de Sergipe - Campus Sertão
Departamento de Zootecnia do Sertão
Examinadora I

Suelange Oliveira Cruz
Mestranda em Zootecnia
Universidade Federal de Sergipe

Nossa Senhora da Glória - SE, 2025

Dedico este trabalho aos meus pais, Tereza Cristina dos Santos Paixão e Carlos Roberto Paixão dos Santos, que foram meu alicerce em cada passo desta jornada.

Agradeço pela paciência, pelo apoio incondicional e por acreditarem em mim mesmo nos momentos em que duvidei de minhas próprias capacidades. Vocês me ensinaram a importância do esforço, da perseverança e do valor do conhecimento.

Este trabalho é tão meu quanto de vocês, pois sem o amor, os ensinamentos e os sacrifícios que fizeram por mim, nada disso seria possível.

Com todo meu amor e gratidão, esta conquista é para vocês.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Hoje eu só vim agradecer por tudo que Deus me fez

Quem me conhece sabe o que vivi e o que passei

O tanto que ralei para chegar até aqui

E cheguei, cheguei

Cheguei, e só tenho a agradecer a Deus primeiramente, e a todos que tiveram comigo durante essa jornada.

Gratidão, mãe e pai, por estarem comigo durante esses 5 anos, me apoiando, me ajudando de todas as formas possíveis e impossíveis para que eu pudesse concluir a graduação, não foi fácil, durante toda a jornada, diversos momentos foram desafiadores para nós, mas vencemos, essa vitória não é só minha, mas de vocês também. As dificuldades passadas e enfrentadas foram provas nas nossas vidas. Vocês foram essenciais para que eu e minha irmã pudessemos concluir o nosso propósito, e concluímos, vocês conseguiram, formaram duas filhas no mesmo tempo entre trancos e barrancos.

Agradeço a minha irmã (Karla Cristina) por ser um dos meus alicerces durante esse tempo, por me apoiar, ouvir meus choros e desabafos, e nunca largar a minha mão. E ser a minha fonte de inspiração para que eu não renunciasses aos meus sonhos, gratidão irmã por ter você em minha vida.

Agradeço a meus familiares tios, tias e primos, em especial minha tia Rosa Maria, que de alguma forma sempre esteve disposta a me ajudar.

Agradeço ao meu namorado Darliton dos Santos Neto, por ser minha base de concreto durante esse tempo, nos conhecemos na graduação ainda, e tudo mudou na minha vida para melhor, foi meu companheiro, meu incentivo, um dos meus alicerces, meu fiel companheiro, obrigada por estar comigo nos piores momentos que passei, segurando sempre a minha mão, e não deixando eu desistir de forma alguma, quando tudo parecia ser tão difícil, você estava sempre disposto a me aconselhar, me abraçar, e falar que ia ficar tudo bem, acalmando meu coração como só você sabe fazer, amo-te demais meu amor, serei eternamente grata por ter você em minha vida. Sua presença constante, apoio incondicional e companheirismo fizeram toda a diferença durante esse tempo. Juntos, enfrentamos desafios, celebramos conquistas e aprendemos tanto um com o outro, sempre lado a lado. Sou imensamente grata por tudo o que vivemos e por todo o suporte que você me ofereceu. Esta conquista é nossa.

Aos meus professores, que foram muito mais que transmissores de conhecimento. Vocês foram inspiração, guias e exemplos de dedicação, ética e amor a profissão. Cada aula, conselho e incentivo ecoaram como um estímulo para buscar sempre o melhor. Agradeço especialmente a Lígia Maria Gomes Barreto, Jarbas Miguel, Vittor Tuzzi, e Juliana de Paula.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos os envolvidos na concepção e execução deste experimento, incluindo as etapas de coleta de dados, amostragem e análises realizadas no âmbito desta pesquisa. Meu agradecimento se estende a todos os alunos e professores que contribuíram direta ou indiretamente para o sucesso deste projeto. Em especial, registro minha gratidão ao professor Welington Vale e à professora Patrícia Vale pela generosidade em ceder os equipamentos utilizados nas avaliações meteorológicas, os quais foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também à mestrandia Suelange Oliveira, cuja dissertação de mestrado incluiu este estudo como parte integrante. À professora Juliana, meu reconhecimento por sua liderança exemplar e coordenação dedicada da equipe, garantindo o êxito das atividades realizadas.

Não poderia deixar de mencionar minha orientadora, Lígia Maria, que, ao confiar em meu potencial, me deu a oportunidade de integrar esta pesquisa, algo pelo qual serei eternamente grata. Agradeço também à professora Glenda Marinho, por sua orientação e apoio valiosos, que contribuíram significativamente para o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço de coração a todos os colegas que participaram deste projeto guarda-chuva, cuja colaboração e companheirismo foram essenciais para a realização deste trabalho. Agradeço, ainda, à Fazenda Santa Clara, onde foi realizado o experimento, pela disponibilidade e suporte logístico que possibilitaram a condução das atividades de campo.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos que estiveram comigo nessa jornada, (Luana, Érica, Ana Luiza, Lara e Anthony). Em especial, Lara Costa por sempre está disposta a ouvir meus desesperos, meus choros, minhas agonias, e sempre me aconselhar e falar que ficaria tudo bem, e nunca largar minha mão.

A todos vocês, meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Conforto térmico em vacas leiteiras.....	12
2.2 Efeitos do estresse térmico em vacas leiteiras	13
2.3- Índices de Conforto Térmico.....	15
2.4- Compost Barn.....	16
3. METODOLOGIA.....	17
3.1- Localização e duração do estudo.....	17
3.2- Animais e Identificação.....	18
3.3-Variáveis meteorológicas	19
3.4- Avaliações fisiológicas	20
3.5- Avaliação Comportamental.....	22
3.6- Análise estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÃO.....	41
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação esquemática simplificada da zona de conforto térmico	13
Figura 2 - Efeitos do estresse térmico na produção de leite em bovinos.....	14
Figura 3- Vacas leiteiras em sistema de Compost Barn	16
Figura 4- Marcação nos animais.....	19
Figura 5- Equipamento utilizado no ambiente interno do galpão	20
Figura 6- Equipamento utilizado no ambiente externo do galpão.....	20
Figura 7- Pontos de medida para aferição da temperatura média superficial.....	22
Figura 8-Médias diárias das variáveis ambientais (ITGU; temperatura do ar, T °C; e umidade relativa, UR%) no interior do galpão do compost barn nos períodos seco e chuvoso.....	28
Figura 9- Médias diárias das variáveis ambientais (ITGU; temperatura do ar, T °C; e umidade relativa, UR%) no ambiente externo, nos períodos seco e chuvoso.	29
Figura 10-Parâmetros fisiológicos observados nas vacas em lactação ao longo das 24 horas durante o período seco.	33
Figura 11-Parâmetros fisiológicos observados nas vacas em lactação ao longo das 24 horas durante o período chuvoso.	33
Figura 12-Distribuição da frequência gasta em ócio em pé por vacas em lactação, confinadas em compost barn, em período chuvoso e seco	39
Figura 13-Distribuição da frequência gasta em ócio deitado por vacas em lactação, em sistema de compost barn, em período chuvoso e seco.	39
Figura 14-Distribuição da frequência gasta em ruminação em pé de vacas em lactação, em sistema de compost barn, em período chuvoso e seco.....	35
Figura 15-Distribuição da frequência gasta em ruminação deitada de vacas em lactação, em sistema de compost barn, em período chuvoso e seco.....	35
Figura 16-Distribuição da frequência gasta comendo de vacas em lactação, em sistema de compost barn, em período chuvoso e seco.	35
Figura 17-Distribuição da frequência de comportamento social e consumo de água observada nas vacas em lactação, em sistema de compost barn durante o período chuvoso.	40
Figura 18 - Distribuição da frequência de comportamento social e consumo de água observada nas vacas em lactação, em sistema de compost barn durante o período seco.	40

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1- Etograma dos comportamentos avaliados de acordo com Endres e Barberg (2007).....	23
Tabela 1- Médias das variáveis ambientais avaliadas para o ambiente interno do compost barn	23
Tabela 2-Médias das variáveis ambientais avaliadas para o ambiente externo do compost barn	24
Tabela 3- Médias das variáveis fisiológicas avaliadas em função do período seco ou chuvoso	32
Tabela 4- Tempo (h/dia) despendido nas atividades relativas ao comportamento ingestivo por vacas em lactação manejadas em confinamento do tipo compost barn	36
Tabela 5- Tempo despendido nas atividades relativas ao comportamento social por vacas em lactação manejadas em confinamento do tipo compost barn.....	44

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA DE COMPOST BARN NO SEMIÁRIDO DE SERGIPE

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo avaliar o conforto térmico de vacas Girolando em lactação, nos períodos chuvoso e seco, manejadas em sistema de confinamento do tipo *compost barn*, no semiárido de Sergipe. O estudo foi realizado em uma propriedade particular, localizada no município de Nossa Senhora da Glória- SE. Foram utilizadas 30 vacas da raça Girolando em lactação. As avaliações foram realizadas nos meses julho a setembro de 2023 (período chuvoso) e, de dezembro de 2023 a fevereiro de 2024 (período seco). As variáveis térmicas registradas foram: temperatura do bulbo seco (TBS, °C), temperatura de globo e umidade (ITGU) e umidade relativa (UR, %), e índice de temperatura e umidade (ITU), foram avaliadas em intervalos de cinco minutos, por meio de dois sistemas (um dentro do barracão e outro na parte externa). Os parâmetros fisiológicos foram avaliados por meio da temperatura superficial, temperatura retal e frequência respiratória. A avaliação do comportamento dos animais ocorreu por meio do método de amostragem instantânea, durante 24 horas, a cada 10 minutos. Os dados foram analisados estatisticamente, comparando os efeitos dos períodos chuvoso e seco. O ITGU no período seco no ambiente interno teve uma média de 78,63, indicando alerta e no período chuvoso 72,11, considerado como confortável. Para o ambiente externo no período seco obteve uma média de 77,6 no período seco e de 74,53 no período chuvoso. A temperatura de bulbo seco no ambiente interno do *compost* no período seco teve uma média de 28,4°C, caracterizando alerta, enquanto no período chuvoso foi de 22,4°C. Para o ambiente externo foi de 25,8 °C no período seco e no período chuvoso de 23,4°C, indicando conforto. A umidade relativa do ar foi superior a 70%, indicando desconforto quando associada a elevadas temperaturas, tendo uma média de 83,0% no período seco, e de 85,73% no período chuvoso, para o ambiente externo a média foi de 71,4% no período seco e 59,62% no período chuvoso caracterizando conforto. O ITU no período seco para o ambiente interno do *compost* teve uma média de 78,16 e no período chuvoso de 71,86, já para o ambiente externo no período seco teve uma média de 75,0 e no período chuvoso de 70,96. As avaliações comportamentais indicaram que as vacas demonstraram maior agitação durante o período chuvoso em comparação com o seco, com uma probabilidade aumentada de atividade de caminhada. No comportamento ingestivo, o período seco foi caracterizado por vacas em um maior tempo de ócio, tanto em pé quanto deitado, enquanto no período chuvoso as vacas apresentaram maior tempo de ruminação e alimentação. Em relação à ingestão de água, os animais beberam mais durante o período seco do que no chuvoso. Variáveis termorregulatórias, como temperatura do pelame, retal e temperatura do úbere também foram mais altas no período seco. Portanto, foi concluído que, vacas Girolando em lactação, mesmo confinadas em sistema de *compost barn*, apresentam desconforto térmico durante o período seco do ano no semiárido de Sergipe.

Palavras chaves: ambiência, ambiente térmico, bem-estar.

1. INTRODUÇÃO

Visando melhorar a qualidade de vida dos animais e aumentar a produtividade na pecuária leiteira, além de reduzir as perdas causadas pelo estresse térmico, os produtores buscam em investir em novas tecnologias aplicadas a construção de ambientes mais adequados para acomodar os animais. Sendo assim, uma alternativa para tentar mitigar os efeitos do estresse térmico é o confinamento, que oferece um ambiente climatizado e controlado, favorecendo a saúde e o desempenho dos animais (NARDONE et al., 2010).

O sistema de *compost barn*, surgido no ano de 2007 cientificamente com o conceito Compost Bedded Pack Barn, mais conhecido atualmente como *compost barn*, é um tipo de confinamento para vacas leiteiras que, quando projetado e manejado dentro das recomendações técnicas, permite que o microclima interno seja controlado, para minimizar o estresse térmico dos animais (LESO et al., 2020).

No Brasil, a partir da adoção desse sistema de confinamento, constatou-se melhoras nos índices que avaliam o bem-estar dos animais, apresentando-se positivamente bem avaliado em relação aos índices produtivos, isto porque a instalação do *compost barn* provê inúmeras vantagens, sendo estas: maior conforto aos animais, permitindo que os mesmos se deitem em qualquer posição e circundem livremente; redução das lesões de cascos; diminuição níveis de sujidade de úbere; melhor observação de cio; facilidade no aproveitamento da cama como fertilizante; melhor manejo nutricional e controle de cocho; dentre outras (PEIXOTO, 2017).

Sendo assim, pesquisas referente a avaliações meteorológicas dentro do sistema *compost barn*, como também sobre as variáveis comportamentais e fisiológicas dos animais em diferentes estações do ano e em diferentes estados fisiológicos é de suma importância, sobretudo no sertão sergipano, uma vez que o CB encontra-se em constante crescimento na região e há 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.

Dito isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o conforto térmico de vacas Girolando em lactação, nos períodos chuvoso e seco, manejadas em sistema de confinamento do tipo *compost barn*, no semiárido de Sergipe.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conforto térmico em vacas leiteiras

As condições climáticas exercem forte efeito sobre a pecuária leiteira, podendo causar mudanças que podem afetar diretamente a produtividade dos animais. Em um país com clima tropical como o Brasil, com altas temperaturas ao longo do ano, pode favorecer e levar os animais a condições de estresse térmico, sobretudo aqueles que se encontram expostos ao sol. O ambiente em que o animal está situado tem um papel fundamental na melhoria dos resultados produtivos, uma vez que este inclui diversos elementos meteorológicos que afetam a capacidade do animal em regular a temperatura corporal (PERISSINOTTO et al., 2006).

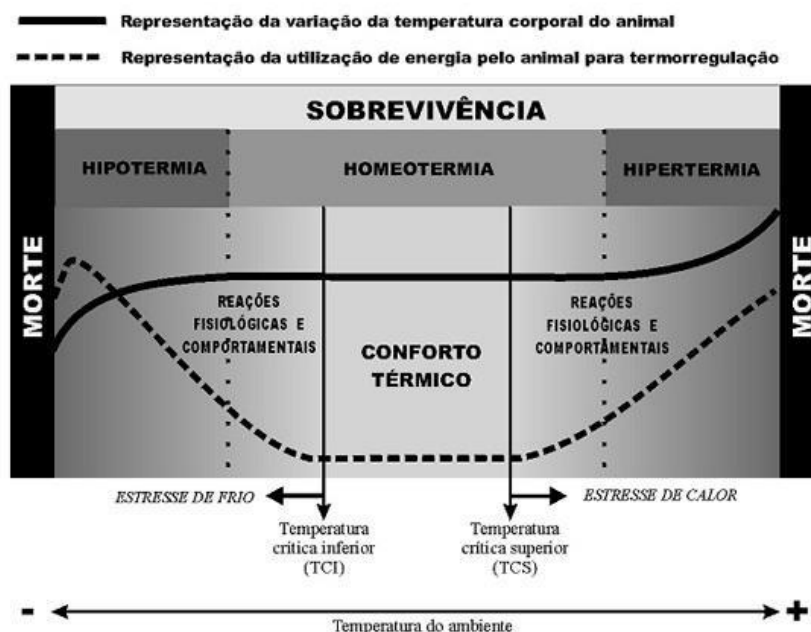
Dessa forma, quando a umidade relativa do ar aumenta e a temperatura do ar também se eleva, os bovinos tornam-se mais suscetíveis ao estresse térmico, porque ultrapassa a zona de conforto térmico. Essa condição acaba comprometendo a dissipação do calor, ocasionado aumento na temperatura corporal e causando impacto no desempenho produtivo dos animais. (SILVA et al., 2012). Para compreender a relação entre conforto térmico e a produção leiteira, é de suma importância levar em consideração que o animal é parte de um ambiente em que acontece interação e que são existentes fatores internos e externos que interferem na sua capacidade produtiva.

Conforme exposto por FAGAN et al. (2010), existem temperaturas críticas superiores e inferiores que determinam a faixa de conforto térmico para os animais, que levam em consideração a umidade relativa do ar, capacidade adaptativa do animal, estágio produtivo, como também o metabolismo. Vale ainda ressaltar que os ruminantes são considerados animais homeotérmicos, uma vez que conseguem regular a temperatura corporal independente das alterações ambientais.

Em relação a vacas em lactação, diversos fatores influenciam a faixa de temperatura ambiente em que elas se encontram em conforto térmico, como raça, estágio fisiológico, nível de produção, entre outros. Esta faixa de temperatura é conhecida como zona de termo neutralidade, na qual as vacas não se encontram em estresse térmico, seja pelo frio, ou por calor, de modo que o sistema termorregulador do corpo não se encontra em ativação, não havendo necessidade de ativar mecanismo como termólise (dissipação de calor) ou termogênese (produção de calor). Logo abaixo na Figura 1 está um esquema representando como a alteração da temperatura corporal de um animal homeotérmico se

mantem constante com a menor demanda energética na zona de termoneutralidade e, ao exceder esses limites, tanto para cima, por hipertermia, quanto para baixo, por hipotermia, a demanda energética aumenta, e pode levar o animal a óbito.

Figura 1- Representação esquemática simplificada da zona de conforto térmico.



Fonte- Matarazzo (2004)

2.2 Efeitos do estresse térmico em vacas leiteiras

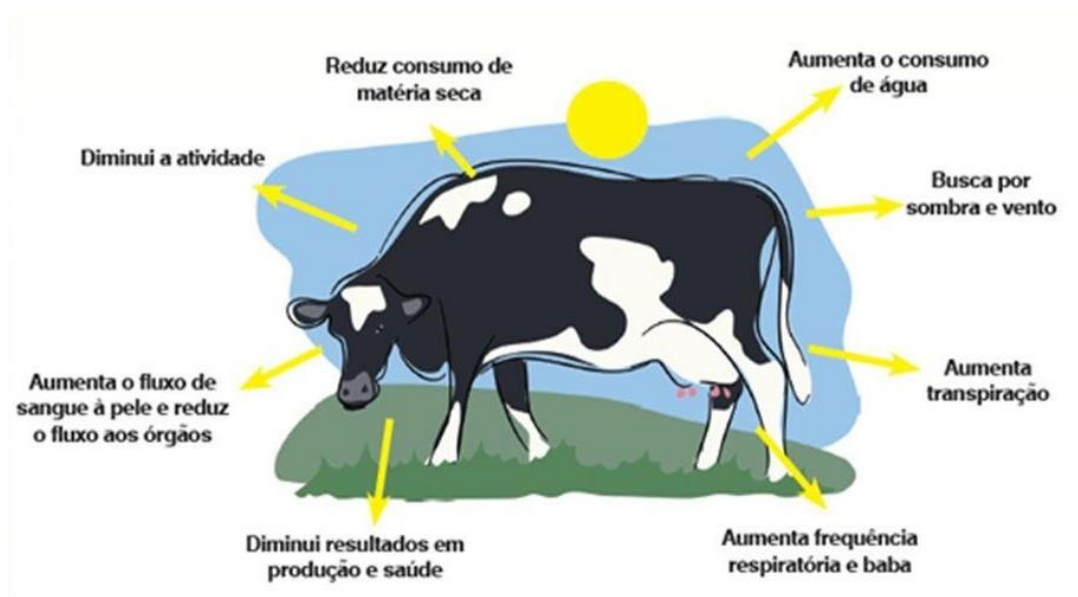
Cada vez mais a preocupação com o bem-estar dos animais vem aumentando, sobretudo no Brasil, onde o clima principal é o tropical, o que torna o estresse térmico por calor mais provável. Em um estudo realizado por SOUZA et al. (2010), a temperatura é um dos fatores ambientais que têm um impacto direto na produtividade dos animais. No entanto, o estresse térmico pode ocasionar alterações hormonais, redução da atividade ovariana, como também prover diminuição na taxa de concepção.

É importante ressaltar que, em vacas leiteiras sob estresse térmico, a manutenção da homeotermia torna-se prioritária em detrimento da produção de leite, que também sofre reflexos diretos das alterações de consumo na ingestão de alimentos, provocadas pelo estresse térmico. Conforme destacado por Baccari Júnior (1998), devem-se considerar as seguintes implicações relacionadas ao consumo de alimentos: o hipotálamo controla diretamente a ingestão de alimentos e água; alterações comportamentais, como a busca por sombra, competem com a ingestão de alimentos; a maior ingestão de água

pode inibir o apetite; o aumento da frequência respiratória (ofego) dificulta a ingestão; a redução do consumo alimentar está associada a um menor incremento calórico.

Ainda, dentre os impactos causados pelo estresse térmico, além da redução expressiva na produção de leite, há alterações na sua composição, alterando os sólidos totais, como também sua instabilidade (Head, 1995). Apresentado pelo impacto negativo, o estresse térmico pode ocasionar aumento da temperatura corporal, aumento da frequência respiratória, como também a taxa de sudação é aumentada. Através desses fatores o animal tenta minimizar o desequilíbrio térmico e manter a homeostase (Silva et al., 2005). Na Figura 2 é possível verificar uma ilustração de algumas dessas implicações que estão destacadas.

Figura 2 - Efeitos do estresse térmico na produção de leite em bovinos.



Fonte: Carvalho (2010)

Nesse sentido, o estresse térmico, é um desafio muito grande e considerado bastante comum no manejo de vacas leiteiras, sobretudo em regiões tropicais e subtropicais. Assim, isso pode ocasionar diversas alterações comportamentais e fisiológicas nos animais. Ainda, é válido ressaltar que vacas de alta produção são mais suscetíveis ao estresse térmico, uma vez que há maior produção de calor, devido a maior ingestão de alimentos para atender as exigências de produção. Sendo assim, a produção

de leite diminui à medida que a temperatura aumenta (RIBEIRO, ANDRADE e GRACIOSA, 2018).

2.3- Índices de Conforto Térmico

Como método avaliativo de mensurar o conforto térmico dos animais foram desenvolvidos índices de conforto térmico, os quais correlacionam as variáveis do ambiente, e por meio destes índices pode-se concluir se o animal se encontra ou não em situação de estresse térmico. Um dos índices mais importantes e mais comumente utilizado é o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Este índice une valores de temperatura e umidade do ar, sendo as principais variáveis do ambiente. O ITU foi criado por Thom (1959) sendo inicialmente para avaliar humanos, entretanto Johnson et al. (1962), relacionaram o aumento no valor do índice com a produção de vacas leiteiras, e avaliou que com seu aumento a produção reduzia. O ITU é o índice mais empregado pelos pesquisadores, isso devido a facilidade para a obtenção dos dados de temperatura e umidade do ar, variáveis usadas na fórmula do ITU, sendo expresso pelas equações:

$$ITU = Ta + ,0\ 36Tpo + 41,2$$

$$ITU = ,0\ 72(Tbs + Tbu) + 40,6$$

Onde:

Ta= Temperatura Ambiente (C°), Tpo= Temperatura Ponto de Orvalho (C°), Tbs= Temperatura do Bulbo Seco (C°) Tbu=Temperatura de bulbo Úmido (C°).

Para a classificação do ITU, Ferreira (2015) considerou para bovinos leiteiros de alta produção as seguintes formas: abaixo de 68, advertem sem estresse; de 69 a 71 recomenda estresse leve; de 72 a 79 estresse ameno; de 79 a 89 estresse moderado; e para 90 a 98, estresse grave.

Em seguida, notou-se que o Índice de Temperatura e Umidade não considera a radiação solar e, portanto, foi criado por Buffington et al. (1981), um índice que considerasse a variável para que fosse possível realizar a classificação do ambiente e dos animais, sendo o Índice de Globo Negro e Umidade (ITGU). O ITGU realiza a correlação da velocidade do vento com a temperatura do ar e a radiação solar. Para mensurar a radiação solar, é utilizado um globo negro, sendo este um equipamento composto por uma esfera de cobre, pintada de preto, que potencializa a absorção dos raios solares, e dentro da esfera há um termômetro. Como classificação, de acordo com Baêta (1985), 74 é o

limite de ITGU para bovinos; de 74 a 78 avalia como estado de alerta; de 79 a 84 adverte situação de perigo e acima desse valor é considerado como estado de emergência. O ITGU pode ser expresso pela equação:

$$ITGU = TGN + ,0\ 36Tpo + 41,5$$

Onde:

TGN = Temperatura de globo Negro ao Sol (C°) e Tpo = Temperatura de Ponto de Orvalho (C°).

2.4- Compost Barn

Nos últimos anos, o uso de sistemas de confinamento na bovinocultura leiteira tem se expandido cada vez mais mundialmente, e no Brasil, o sistema de *compost barn* (CB) tem se destacado entre sistemas intensivos. Nesse modelo os animais são confinados em uma área comum, como demonstrado na Figura 3, sem baias, com uma cama que se decompõe ao longo do tempo, promovendo conforto e melhor manejo dos dejetos (SENAR, 2022).

Figura 3- Vacas leiteiras em sistema de *Compost Barn*.



Fonte: Educapoint (2019)

Dessa forma, uma das principais dificuldades enfrentadas pelos produtores do Brasil, como salienta MOTA (2020), é o microclima das instalações e as altas temperaturas. No CB é permitido que os animais fiquem soltos e caminhem livremente dentro do galpão, fazendo com que tenham maior liberdade para se movimentar, como também para expressar seu comportamento natural, uma vez que detém uma área

espaçosa. Ainda, de acordo com o autor, a principal característica dessa instalação é a área de descanso, a qual é composta por uma mistura de fonte de fibra e outros materiais orgânicos, sendo fezes e urina dos animais, que acaba se decompondo ao longo do tempo.

Conforme PIOVESAN et al. (2020), o sistema CB proporciona benefícios importantes, dentre eles: promove o bem-estar animal, o que influencia em maior produção de leite, melhor vitalidade das vacas e manejo mais facilitado. Ademais, o sistema ajuda no controle ambiental dos dejetos e permite a reutilizar a cama como adubo agrícola. Sendo assim, o CB visa a melhoria do bem-estar e saúde das vacas, o que favorece a reprodução, a qualidade sanitária do leite e aumenta tanto a longevidade quanto a produtividade dos animais (SANTOS, et al., (2019).

De acordo com os autores Nraes-54 (1992), Janni et al. (2006) e Bewley et al. (2013), uma compostagem de cama eficiente requer condições adequadas de temperatura e umidade. Esses autores indicam que, em profundidades de 15 a 31 cm, a temperatura deve variar entre 43 e 65 °C, enquanto a umidade deve estar entre 40% e 60%. Ademais, é de suma importância que o sistema proporcione espaço suficiente para que todos os animais possam se deitar simultaneamente. Klaas et al. (2010), sugere um mínimo de 15 m² por animal, podendo variar em função da raça.

A área destinada à alimentação dos animais precisa ser separada da área de cama por um degrau elevado e piso de concreto, de forma que evite o aumento da umidade na cama (LOBECK et al., 2011). Conforme Barberg et al. (2006), o degrau de separação entre a cama e a área de alimentação, para a medida do lado interno da mureta deve ser de 55 cm e ao lado externo de 45 cm. Sendo assim, quando esses fatores não são devidamente considerados, podem impactar negativamente tanto a produtividade quanto a sanidade do rebanho (ENDRES, 2009).

3. METODOLOGIA

3.1- Localização e duração do estudo

O estudo foi conduzido em uma propriedade comercial com sistema de *compost barn* implantando, localizada no município de Nossa Senhora da Glória, na região do Alto Sertão. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é considerado semiárido, com precipitações médias anuais de 702,4 mm e temperatura média anual de 24,2 °C.

O galpão do *compost barn* foi construído com duas camas laterais para os animais e um corredor central com pista de alimentação. Os bebedouros estavam instalados entre a pista de alimentação e a cama, com água disponível durante todo o tempo. No galpão também estava instalado um sistema de ventilação, que funcionava de modo contínuo. A cama dos animais era revirada duas vezes ao dia. As avaliações foram realizadas dos meses de julho, agosto e setembro (caracterizando o período chuvoso) e, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, que representam o período seco na região do Alto Sertão Sergipano.

3.2- Animais e Identificação

Foram utilizadas 30 vacas da raça Girolando em lactação, todas com cerca de 70 dias em lactação. As vacas foram alimentadas conforme manejo alimentar já empregado na fazenda e ordenhadas duas vezes ao dia, com sistema de ordenha mecânica. Todos os animais avaliados possuíam brinco de identificação na orelha, no entanto, para uma melhor identificação, os animais foram marcados com tinta marcadora em bastão na região do dorso, como demonstrado na Figura 4.

Figura 4- Marcação nos animais.



Fonte- o autor

3.3-Variáveis meteorológicas

As variáveis meteorológicas foram coletadas de forma contínua (24 horas), durante todo o período experimental. A temperatura do bulbo seco (TBS, °C), temperatura de globo e umidade (ITGU) e umidade relativa (UR, %), foram registradas em intervalos de cinco minutos, por meio de dois sistemas (um dentro do barracão e outro na parte externa) de sensoriamento remoto, do tipo embarcado, que foi desenvolvido e validado pelo Departamento de Engenharia Agrícola/UFS. O equipamento instalado dentro do barracão ficou a 1,7 metros do piso, em cima da base do bebedouro, para evitar que as vacas derrubassem (Figura 5). Já o equipamento externo foi instalado a 1,2 m do chão, como demonstrado na Figura 6.

Figura 5- Equipamento utilizado no ambiente interno do galpão.



Fonte- o autor

Figura 6- Equipamento utilizado no ambiente externo do galpão.



Fonte- o autor

As variáveis registradas foram utilizadas para calcular os índices de conforto térmico, índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), propostos por Thom (1959) e Buffington et al. (1981), conforme equações a seguir:

$$ITU = TBS + 0,36TPO + 41,5$$

$$ITGU = TGN + 0,36TPO + 41,5$$

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

3.4- Avaliações fisiológicas

A frequência respiratória (FR; resp/min) e a temperatura da superfície pelame (TS; °C), foram mensuradas durante 24 horas seguidas, iniciando às 06h00 e finalizando às 03h00, em cada um dos meses de avaliação. Já a temperatura retal foi registrada após a ordenha da tarde, uma vez ao mês, durante o período experimental.

3.4.1- Frequência respiratória

A primeira medida avaliada foi frequência respiratória, aferida pela observação visual do número de movimentos do flanco do animal, com auxílio de um cronômetro digital durante vinte segundos, em seguida, foi multiplicado por três, para obtenção do número de movimentos respiratórios por minuto.

3.4.2- Temperatura superficial

Em seguida foi registrado a temperatura de superfície do pelame, por meio de termômetro digital infravermelho, sem contato com o animal, em seis regiões diferentes (cabeça, pescoço, costado, garupa, perna e úbere), como demonstrado na figura 7. Para animais de pelame preto e branco, foram tomados certos cuidados nas medidas tanto nas regiões pretas como brancas.

Figura 7- Pontos de medida para aferição da temperatura média superficial.



Fonte- o autor

3.4.3- Temperatura retal

A temperatura retal foi registrada somente após a ordenha da tarde, ainda na sala de ordenha, utilizando um termômetro clínico inserido diretamente no reto do animal a uma profundidade de 5 cm, por aproximadamente um minuto.

3.5- Avaliação Comportamental

A avaliação do comportamento dos animais ocorreu por meio do método de amostragem instantânea, durante 24 horas, a cada 10 minutos, conforme Martin & Baterson (2007). As avaliações foram realizadas uma vez ao mês, por um dia após as avaliações fisiológicas, durante o período experimental, no mesmo dia da realização das avaliações fisiológicas. Os animais foram identificados com números grandes pintados na região do dorso, dos dois lados do corpo, para facilitar a observação.

Além disso, também foram avaliadas interações sociais agonísticas e positivas, bem como a movimentação e ofegação (para dissipar calor), conforme adaptação do método proposto por Endres & Barberg (2007). Os dados foram anotados nas planilhas de campo, cujos comportamento foram avaliados com utilização de etograma, de acordo com a descrição:

Quadro 1- Etograma dos comportamentos avaliados de acordo com Endres e Barberg (2007).

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

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.

Fonte: Endres e Barberg (2007)

3.6- Análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. A estatística descritiva foi utilizada para os dados das variáveis ambientais, parâmetros fisiológicos e comportamentais. Os dados dos parâmetros fisiológicos foram submetidos a análise de variância e Teste F para verificação do efeito do período chuvoso ou seco. Os dados de comportamento, por se tratar de dados não paramétricos, foram submetidos a análise de distribuição de frequência, como forma de demonstrar as atividades comportamentais mais observadas em cada hora do dia, tanto no período seco como no chuvoso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às variáveis ambientais do ambiente interno do *compost barn*, como o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), Temperatura de Bulbo Seco (TBS, °C), Umidade Relativa (UR, %) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU), estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Médias das variáveis ambientais avaliadas para o ambiente interno do *compost barn*

Variável	Período		CV (%)
	Seco	Chuvoso	
ITGU	78,63	72,11	4,03
TBS °C	28,4 °C	22,4 °C	11,17
UR%	83,0%	85,73%	12,45
ITU	78,16	71,86	4,93

Da mesma forma, os dados correspondentes as variáveis ambientais registradas durante os dias de avaliações fisiológicas e de comportamento nos meses de julho, agosto e setembro (representando o período chuvoso) e meses dezembro, janeiro e fevereiro (representando o período seco) fora do *compost barn*, ou seja, exposto a condições ambientais externas, estão demonstrados nas Tabela 2 Índice de

Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), Temperatura de Bulbo Seco (TBS, °C), Umidade Relativa (UR, %) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU).

Tabela 2- Médias das variáveis ambientais avaliadas para o ambiente externo do *compost barn*.

Variável	Período		CV (%)
	Seco	Chuvoso	
ITGU	77,6	74,53	9,18
TBS °C	25,8 °C	23,4 °C	16,71
UR%	71,4%	59,62%	20,53
ITU	75,0	70,96	6,4

As médias de ITGU foram de 72,11 para os meses de julho agosto e setembro, ou seja, no período chuvoso, e 78,63 para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, correspondente ao período seco, no ambiente interno do *compost*. Para o ambiente externo, as médias obtidas variaram de 74,53, nos meses de julho agosto, setembro e 77,6 para o mês de dezembro correspondente ao período seco.

De acordo com Baêta & Souza (2010), valores de ITGU abaixo de 74 mostram situação de conforto, para valores acima de (74-78) já é considerado sinal de alerta, demonstrando que as vacas estão enfrentando sinais de estresse por calor, como aumento da frequência respiratória, elevação dos batimentos cardíacos e sudorese excessiva etc. Os valores encontrados no período seco foram superiores aos encontrados na época das águas, o que indica que nos meses mais quentes a faixa de ITGU está um pouco acima do considerado ideal estabelecido por Baêta (2010), indicando que os animais se encontram em sinal de alerta.

Vários índices de conforto térmico têm sido bastante utilizados para caracterização do ambiente térmico de vacas leiteiras, dessa forma, a combinação das medidas das temperaturas de bulbo seco junto ao úmido e a umidade relativa, geram o índice de temperatura e umidade (ITU). A temperatura de bulbo seco é preconizada como a temperatura real do ar, protegida da umidade e da radiação solar.

Por outro lado, a temperatura de bulbo úmido é a medida da umidade, ou vapor de água que se encontra presente no ar. Ao adicionar a umidade relativa (UR) em uma equação para avaliar o estresse térmico, a quantidade de umidade que o ar pode reter a uma temperatura específica antes de ser condensado em orvalho é contabilizada. Ao elevar-se a umidade relativa UR, associada a altas temperaturas

aumenta a probabilidade de os animais entrarem em estresse térmico (Herbut e Angrecka, 2018). Além desse índice, outro comumente utilizado é o índice de temperatura do globo negro e umidade – ITGU, para predizer os efeitos do ambiente térmico sobre o balanço de calor dos animais, sendo este um índice baseado nas temperaturas de globo negro, ponto de orvalho e da temperatura ambiente.

Em outros estudos caracterizando o ambiente térmico com base no ITGU, Ávila et al. (2013) avaliando parâmetros fisiológicos de vacas da raça Holandesa em fase de lactação, durante as estações de inverno e primavera, constataram que no inverno, quando os valores de ITGU aumentaram de 72 a 80, as vacas apresentaram alterações cardiorrespiratórias, o que foi associado ao estresse térmico, uma vez, que esses valores obtidos de ITGU indicavam situação de estresse térmico moderado. Para a estação da primavera, os valores para ITGU (81-84) sugeriram que os animais se encontravam em situação de perigo, sendo elevado estresse térmico.

A temperatura de bulbo seco (TBS, °C) apresentou variações significativas entre os períodos seco e chuvoso, assim como entre os diferentes ambientes analisados: interno (Tabela 1) e externo (Tabela 2) ao *compost barn*. Durante o período chuvoso, as médias de TBS°C no ambiente interno do galpão foram de 22,4°C para meses de julho, agosto e setembro. No período seco, o valor foi de 28,4°C para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

No ambiente externo, as médias de TBS °C foram de 23,4 °C para meses de julho, agosto e setembro. Para o período seco correspondente ao mês de dezembro a média foi de 25,8 °C. Observou-se que, no período seco, os valores de TBS° foram superiores aos registrados no período chuvoso. Esse aumento pode ser atribuído à maior intensidade da radiação solar e à elevação das temperaturas diárias, decorrentes da ausência de chuvas e da maior exposição ao sol. Os dados indicam que, nos meses mais quentes, as temperaturas de TBS° estão ligeiramente acima do intervalo considerado ideal, conforme os critérios estabelecidos por Bacari Jr. (1998) e Ferreira (2006). Isso sugere que, nesses períodos, os animais encontram-se em condições de desconforto térmico.

De acordo com Bacari Jr (1998), a temperatura de bulbo seco de 24°C é considerada ideal para conforto de vacas leiteiras. No entanto, Ferreira (2006), registrou que TBS igual a 22°C indica situação de conforto térmico. Os resultados demonstrados no presente estudo indicaram que durante o período seco a média se manteve acima do esperado (28,4 °C) para o ambiente interno e (25,8°C) para o ambiente externo do *compost*. Já no período chuvoso, os valores se encontram ideais para ambos os ambientes

interno com média de (22,4 °C), e externo com (23,4°). No entanto, vale ressaltar que nenhum dos valores de TBS atingiu 43°C, o que é apresentado por Ferreira (2006) como situação severa de estresse térmico para bovinos leiteiros.

As vacas leiteiras taurinas são originalmente de regiões de clima temperado, e por isso a zona de conforto térmico situa-se entre temperaturas mais amenas. As alterações de temperaturas do ar em bovinos europeus relacionado ao conforto térmico, variam entre -1 a 16 °C, já para as raças de origem zebuínas, oscilam entre 10 e 27 °C (AZEVEDO; ALVES, 2009).

A média obtida nesta pesquisa em relação à umidade relativa do ar no ambiente interno do galpão durante o período chuvoso nos meses de (julho, agosto e setembro) foi de 85,73%, e no período seco a média para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, foi 83,0% indicando um ambiente com alta umidade. Esses níveis são considerados como extremamente desconfortáveis para os animais, uma vez que altos índices de umidade relativa do ar influencia a dissipação de calor pelos mecanismos de termorregulação dos bovinos, sobretudo pela evaporação do suor e pela respiração.

Já para o ambiente externo, as médias da umidade relativa do ar encontrados no presente trabalho foi (59,62% e 71,4%) para os meses de julho, agosto, setembro e dezembro, respectivamente indicam condições consideradas confortáveis para os animais, tanto no período chuvoso quanto no seco. Esses níveis permitem uma melhor dissipação de calor e favorecem o bem-estar térmico dos bovinos.

Em relação a umidade relativa, os valores situados entre 50 a 70% são considerados ideais, segundo Baêta e Sousa (2010). Para valores menores de UR nos períodos mais quentes estão relacionados com o aumento da temperatura do ar (Leite et al 2012). Uma UR de até 70% pode ser considerada como confortável para vacas em lactação, entre 75 e 78% estressante, e acima de 78% extremamente desconfortável (Kadzere et al 2002).

No ambiente interno, as médias de ITU foram de 71,86 para meses de julho, agosto e setembro, período chuvoso. Para o período seco correspondente ao mês de dezembro a média foi de 78,16°C. Para o ambiente externo, as médias obtidas variaram de 70,96, nos meses de julho agosto, setembro e 75,0 para o mês de dezembro correspondente ao período seco. Observou-se que, no período seco, os valores de ITU foram superiores aos registrados no período chuvoso. Esse aumento pode ser atribuído à maior umidade e do aumento da temperatura devido a ausência

de chuvas. Sendo assim, os dados indicam que, nos meses mais quentes, as temperaturas de ITU estão ligeiramente acima do intervalo considerado ideal, conforme os critérios estabelecidos por Ferreira (2015), em que o ITU menor que 68 indica sem estresse; de 69 a 71 leve estresse; de 72 a 79 estresse ameno; de 79 a 89 estresse moderado; e de 90 a 98 indica estresse grave. Conforme, os resultados da presente pesquisa no período seco no ambiente interno e externo do *compost* foi caracterizado o ambiente em situação de estresse ameno. E para o período chuvoso em situação de leve estresse.

Em uma pesquisa realizada por Siqueira et al. (2021), em que avaliaram o ITU em um sistema “Compost barn” localizado em Carira, Sergipe, durante os meses de abril e maio de 2021. Nesse estudo, foi constatado que, em nenhum dos quatro períodos avaliados (madrugada, manhã, tarde e noite), o ITU no interior do *compost* atingiu valores ideais para o conforto térmico das vacas. As menores médias de ITU foram registradas na madrugada (73,35), enquanto os maiores valores ocorreram à tarde (81,5). Dessa forma, o ambiente foi classificado como apresentando estresse térmico de nível ameno a moderado.

O estresse térmico se desencadeia quando o animal não consegue dissipar quantidade suficiente de calor corporal que é produzido ou absorvido (BERNABUCCI, 2014). Perissinotto e Moura (2007) afirmaram que temperaturas consideradas críticas são acima ou próximas a 26 °C para vacas Holandesas no Brasil. Ainda, outros autores destacaram que temperaturas abaixo de 22 °C oferece conforto térmico para as vacas leiteiras, independente dos índices de umidade relativa do ar. Em contrapartida, para vacas lactantes, as temperaturas consideradas ideais variam de 4 a 24 °C e a umidade relativa de 75% (NÄÄS, 1989).

Os dados correspondentes as variáveis termorregulatórias como movimentos respiratórios (nº/min), temperatura retal (C°), temperatura do úbere e temperatura do pelame (C°) apresentaram diferenças médias significativas ($P < 0,05$) entre os períodos avaliados, seco e chuvoso (Tabela 7).

Tabela 3- Médias das variáveis fisiológicas avaliadas em função do período seco ou chuvoso.

Variável	Período		CV(%)	Valor P
	Seco	Chuvoso		
Movimentos respiratórios (nº/min)	68,82	51,57	27,96	<.0001
Temperatura retal (C°)	38,85	38,48	1,56	<.0001

Temperatura do úbere (C°)	29,33	26,95	10,59	<.0001
Temperatura do pelame (C°)	30,94	28,08	13,36	<.0001

Referente ao período seco, correspondente aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, a média obtida foi de 68,82 mov.min⁻¹, demonstrando que os animais alteraram sua frequência respiratória no período seco devido ao aumento da temperatura e da radiação solar, que são típicos desta estação. Sendo assim, esses fatores podem ter contribuído para a elevação da carga térmica dos animais, exigindo uma maior dissipação de calor, sendo a respiração acelerada uma das principais estratégias fisiológicas para manter a homeostase térmica. Por outro lado, no período chuvoso correspondente aos meses de julho, agosto e setembro a média foi de 51,57 mov.min⁻¹, o ambiente mais ameno pode ter fornecido melhores condições térmicas, minimizando a necessidade de termorregulação via respiração. Dessa forma, os dados apresentados da frequência respiratória também foram exibidos nas Figuras 10 e 11, de modo mais detalhado em função dos diferentes horários do dia, demonstrando que as vacas apresentaram maiores médias às 3h00, 12h00, 15h00, 18h00 e 21h00 tanto no período seco como no chuvoso, porém os valores sempre mais alto no período seco do ano.

Figura 8-Parâmetros fisiológicos observados nas vacas em lactação ao longo das 24 horas durante o período seco.

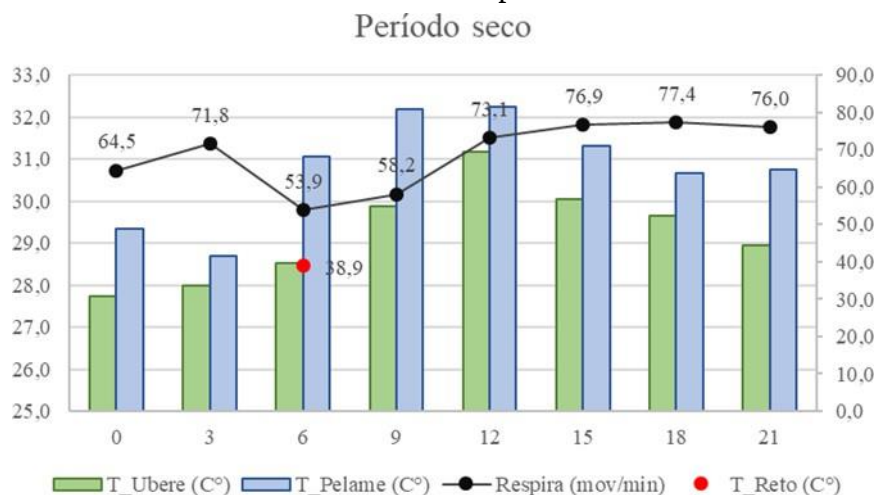
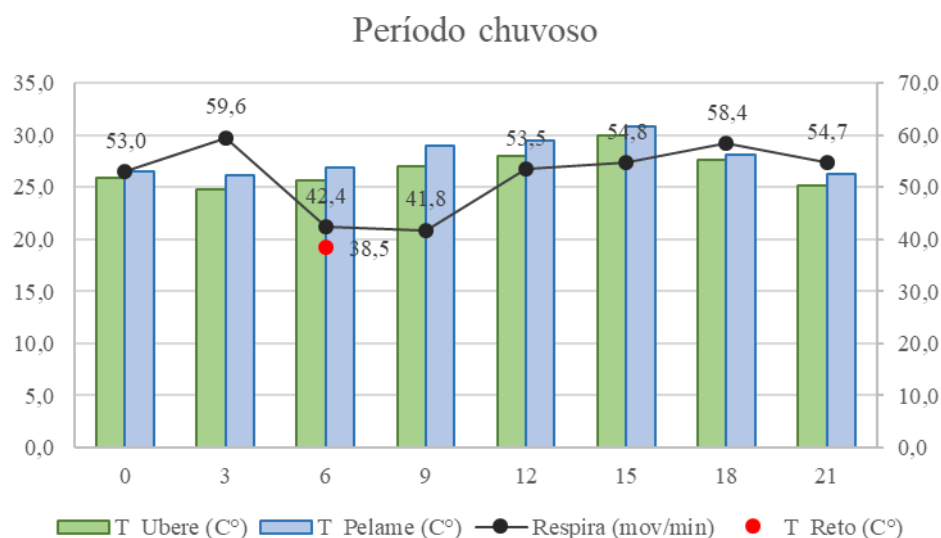


Figura 9-Parâmetros fisiológicos observados nas vacas em lactação ao longo das 24 horas durante o período chuvoso.



De acordo com Hahn e Mader (1997), quando a frequência respiratória atinge 60 mov.min⁻¹, os bovinos não apresentam sinais de estresse térmico, ou mesmo podem sinalizar um baixo nível de desconforto. Silanikove (2000), aferindo a taxa respiratória e avaliando a gravidade do estresse térmico em bovinos, realizou a caracterização de frequências respiratórias, considerando baixas aquelas em torno de 40 e 60 mov.min⁻¹, médias a altas quando atingem valores entre 60 e 80 mov.min⁻¹, e altas, quando estão entre 80 e 120 mov.min⁻¹, de modo que para os valores situados acima de 150 mov.min⁻¹, ficou estabelecido como sendo o grau de estresse térmico severo.

Os valores encontrados no presente trabalho indicaram que as vacas estavam experimentando estresse de médio a alto, valores estes também respaldados pelos trabalhos de Baccari Júnior et al. (1995), Martello (2002), Matarazzo (2004) e Martello (2006). Anderson (1988), constatou que em condições normais de temperatura ambiente, a vaca Holandesa apresenta frequência respiratória em torno de 18 a 28 mov.min⁻¹, a partir de 26°C os movimentos respiratórios já começam a sofrer alterações. Ainda, este autor cita que em temperatura de 31°C, vacas holandesas apresentam em média 68 mov.min⁻¹. Se é considerado também que até 60 mov.min⁻¹ os animais não exibem sinais de estresse, e quando ultrapassa 120 já é refletido carga excessiva de calor, e acima de 160 se faz indispensável adotar medidas emergenciais como levar o animal para sombra, promover uma ventilação forçada, banhar o animal com água fria, entre outras.

Os autores Morais et al. (2008) e Reece (2006), consideram que vacas leiteiras em condições normais exibem frequência respiratória de aproximadamente de 24 mov.min⁻¹. Vale ressaltar que, para Stöber (1993) é considerado como normal a frequência respiratória de bovinos adultos entre os valores de 24 e 36 movimentos respiratórios por minuto. No entanto, Terra (2006) considera uma maior amplitude, destacando os valores entre 12 e 36 mov/min, em contrapartida, Hahn et al. (1997) reportaram que a frequência respiratória de 60 mov/min indica animais sem, ou com um mínimo de estresse térmico.

Os resultados apresentados de temperatura retal estão demonstrados na Tabela 7, no período seco foi apresentado 38,85 °C, assim como na Figura 10, e para o período chuvoso foi de 38,48 °C, apresentado na Figura 11. Dessa forma, a Tabela ilustra que houve pouca variação da temperatura retal entre as médias constatadas, mesmo em períodos de distintas épocas do ano, e isto pode ser um indicativo de adaptabilidade dos animais ao ambiente quente, e que estes apresentam alteração na fisiologia de modo semelhante dentro de cada época.

A temperatura retal é um indicador essencial para avaliar o balanço térmico e pode ser utilizada para monitorar o estresse térmico (DARCAN, CEDDEN, GUNNEY, 2007). Conforme mencionado por Perissinotto e outros autores (2009), as variações na temperatura retal podem ser influenciadas por fatores extrínsecos, como hora do dia, ingestão de alimentos e água, temperatura ambiental, velocidade do vento e estação do ano. Além disso, fatores intrínsecos ao animal, como idade, raça e estado fisiológico, também podem desempenhar um papel importante nessas alterações.

Conforme Martello et al. (2004), a temperatura retal média para bovinos com mais de um ano de idade é em torno de $38,5 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, assim, esta temperatura é mantida por meio da regulação cuidadosa do equilíbrio entre a produção de calor e a liberação pelo organismo. É existente uma minuciosa alteração desse indicador em diversas literaturas como: 38,1 a 39,1°C para Ferreira et al. (2006); 38 a 39,5°C de acordo com Dupreez (2000); ou ainda 38,0°C a 39,0°C segundo Perissinotto (2007).

Com relação à temperatura superficial de úbere (TUB), os valores se encontraram bastante aproximados nos diferentes períodos avaliados, como demonstrado na Tabela 7, para o período seco a temperatura foi de 29,33° C, apresentados também na figura 10, e para o período chuvoso a média da temperatura do úbere foi de 26,95 ° C apresentados na figura 11. Paulrud et al. (2005) observaram que vacas que apresentam alta produção dispõem de TUB mais elevadas, tanto antes

quanto depois da ordenha. No presente estudo, o sombreamento artificial possivelmente não influenciou significativamente esses parâmetros devido à baixa produção de leite e à reduzida atividade metabólica das vacas. Assim, pode-se concluir que os animais conseguiram manter o equilíbrio térmico em relação ao ambiente em que estavam alocados.

São existentes diversidade de fatores que são frequentemente deixados de lado e não levados em consideração, mas que podem influenciar a temperatura do úbere, sendo estes a umidade do ambiente, pele, estado fisiológico e nível de produção de leite, como também o tempo relativo à alimentação e ordenha (Colak et al., 2008).

Com relação a temperatura superficial do pelame (Tabela 7 e Figuras 10 e 11), observou-se que no período seco a média da temperatura foi superior, sendo de 30,94° C, enquanto no período chuvoso a média foi de 28,08° C.

A temperatura superficial, é coletada em diversas partes do corpo do animal, isso é justificado pois pode ocorrer variações de temperaturas, por causa de atividade metabólicas diferentes. Diante desse contexto, a temperatura da pele pode variar de 31,6°C a 34,7°C em determinadas partes do corpo, sem que isso aponte estresse térmico no animal (SILVA, 2000; MARTELLO et al., 2002).

A temperatura superficial do corpo, pode ser influenciada por diversos fatores, estes podem ser a temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento, como também as condições fisiológicas dos animais (ALMEIDA et al., 2010). A temperatura superficial é uma ótima alternativa para avaliação do microclima do ambiente, isto porque, apresenta a vantagem de ser feita a uma determinada distância do animal, sem restrição dos seus movimentos e além de ter elevada correlação com a frequência respiratória de bovinos (COLLIER et al., 2006).

Vale salientar que, animais em que apresentam a pigmentação da epiderme que acompanha a do pelame, como ocorre na raça Holandesa, o pelame predominantemente branco, apresentará como consequência uma maior penetração e radiação ultravioleta (SILVA, 1999). Assim, de acordo com o autor, o ângulo de inclinação dos pelos em relação à superfície da epiderme é de suma importância, pois quanto maior o ângulo de inclinação, conseqüentemente será maior a penetrância da radiação ultravioleta.

Além da avaliação das variáveis fisiológicas, a observação comportamental do animal também auxilia para diagnosticar situações de estresse, visto que os bovinos alteram seu comportamento para melhorar as trocas térmicas junto ao ambiente. Desse

modo, as observações do comportamento das vacas utilizadas neste estudo podem ser verificadas na Tabela 8 e nas Figuras 12, 13, 14, 15 e 16.

Tabela 4-Tempo (min/dia) despendido nas atividades relativas ao comportamento ingestivo por vacas em lactação manejadas em confinamento do tipo *compost barn*

VARIÁVEL	PERÍODO	MÉDIA	EPM	DP	VARIÂNCIA	CV	MÍN	MÁX
OCIO-P	CHUVOSO	5,93	0,55	2,56	6,57	43,22	0	10,33
	SECO	6,61	0,77	3,55	12,64	53,77	0	13,66
OCIO-D	CHUVOSO	10,29	1,22	5,62	31,67	54,66	0	19,44
	SECO	12,86	1,56	7,17	51,51	55,80	0	24,22
RUM-PE	CHUVOSO	7,43	0,92	4,22	17,89	56,90	0	15,33
	SECO	5,75	0,85	3,91	15,30	68,02	0	14,77
RUM-D	CHUVOSO	14,22	1,54	7,06	49,84	49,62	0	23,44
	SECO	10,98	1,27	5,83	34,00	53,09	0	19,55
COME	CHUVOSO	11,08	1,53	7,01	49,17	63,23	0	25,11
	SECO	6,79	1,16	5,33	28,45	78,46	0	19,66

EPM = erro padrão da média; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; Mín = mínimo; Máx = máximo

Os resultados indicaram que as vacas, mantidas em sistema de *compost barn*, passaram mais tempo em ócio, tanto em pé quanto deitadas (OCIO-P e OCIO-D), durante o período seco. Em contrapartida, o tempo dedicado à ruminação e à alimentação foi maior no período chuvoso (RUM-PE, RUM-D e COME), conforme apresentado na Tabela 8. Para a atividade de ócio deitado (OCIO-D), as vacas destinaram, em média, 5,93 min no período chuvoso e 6,61 min no período seco. Já para o ócio em pé (OCIO-P), o tempo médio foi de 10,29 min no período chuvoso e 12,86 min no período seco. Os dados indicam que por mais que o CB ofereça um ambiente mais controlado, as variações climáticas interferem no comportamento dos animais. O aumento do tempo destinado a atividade de ócio no período seco pode estar relacionado a um desconforto térmico, uma vez que os animais tendem a ficar em ócio nos períodos mais quentes. Visando diminuir a produção de calor endógeno os animais suspendem suas atividades e ficam mais tempo em pé, e aumentam o tempo em ócio, esses comportamentos minimizam a produção de calor endógeno, para expor maior superfície corporal favorecendo a troca térmica (SPENCER, 2011).

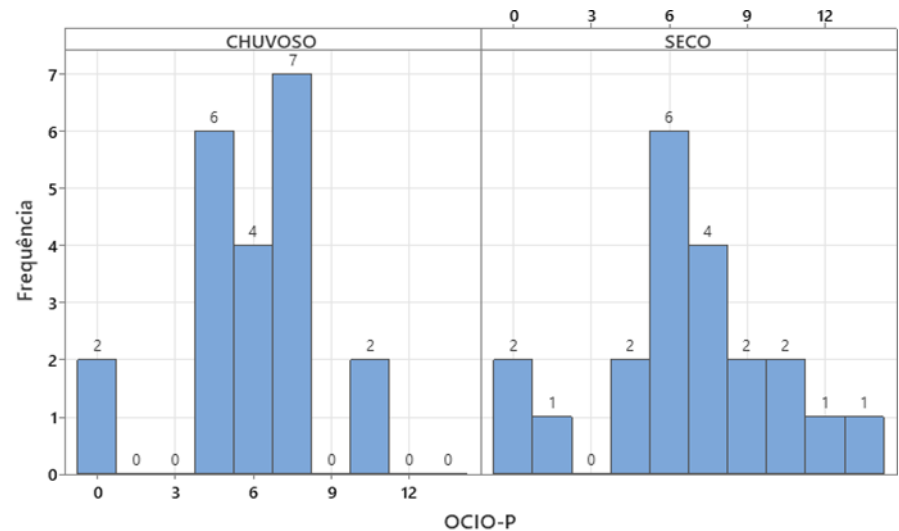
Em relação à ruminação, as vacas dedicaram mais tempo a essa atividade, tanto em pé quanto deitadas, durante o período chuvoso. A ruminação em pé (RUM-PE) foi de 7,43 min no período chuvoso, contra 5,75 min no período seco. Já a ruminação deitada (RUM-D) apresentou uma média de 14,22 min no período chuvoso, frente a 10,98 min no período seco. O aumento da ruminação durante o período chuvoso pode ser atribuído às temperaturas mais amenas, que proporcionaram um ambiente mais confortável e permitiram que as vacas aumentassem o tempo dedicado à ruminação, além do aumento da ingestão alimentar. No período seco, devido às altas temperaturas, os animais ruminaram por menos tempo, o que pode ser explicado pela redução na ingestão de alimentos e pelo aumento do tempo destinado à respiração, priorizando as trocas térmicas.

A atividade de alimentação (COME) também foi maior no período chuvoso, com as vacas destinando 11,08 min, em média, contra 6,79 min no período seco. Esse maior tempo dedicado à alimentação no período chuvoso pode ser explicado pela maior ingestão de alimentos em temperaturas mais amenas. O comportamento alimentar é fortemente afetado pelo clima e, em geral, o animal pode alterar seu padrão de alimentação para evitar as horas mais quentes do dia. Conforme exposto por Beede e Collier (1986), a ingestão de alimento diminui quando a temperatura ambiente excede 26 °C e, em situação de pastejo, esse efeito é mais evidente.

Os horários de maior frequência de observação de vacas em ócio em pé variaram entre os períodos chuvoso e seco. Durante o período chuvoso, essa atividade foi mais evidente às 6h00, com 7 registros, indicando que as vacas tendem a ficar em pé logo no início do dia, possivelmente por causas das condições climáticas mais amenas nesse horário do dia. No período seco, o ócio em pé também foi mais frequente às 6h00, com 6 registros, seguido por 4 observações às 9h00, sugerindo que as temperaturas ainda moderadas pela manhã beneficiam essa postura antes do aumento da temperatura ao decorrer do dia (Figura 12). Em relação ao ócio deitado, a maior frequência foi observada ao meio-dia no período chuvoso, com 8 registros, o que pode estar associado ao conforto térmico ocasionado pelas temperaturas mais amenas e à redução da radiação solar durante esse período. No entanto, para o período seco, o ócio deitado apresentou um padrão distinto, sendo evidenciado 4 registros ao meio-dia e 5 registros às 18h00, o que pode refletir uma adaptação dos animais às condições ambientais mais intensas, buscando conforto no final do dia, quando as temperaturas começam a diminuir (Figura 13). Dessa forma, esses resultados destacam como as condições climáticas têm influência sobre o

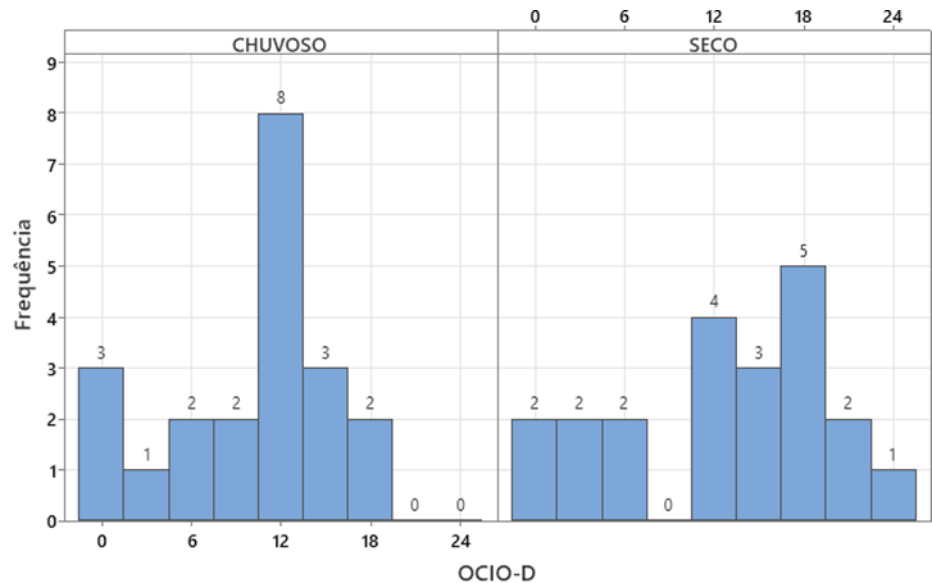
comportamento das vacas em lactação em relação ao ócio em pé e deitado, indicando que os animais buscam adaptações comportamentais para minimizar o desconforto térmico.

Figura 10-Distribuição da frequência gasta em ócio em pé por vacas em lactação, confinadas em *compost barn*, em período chuvoso e seco.



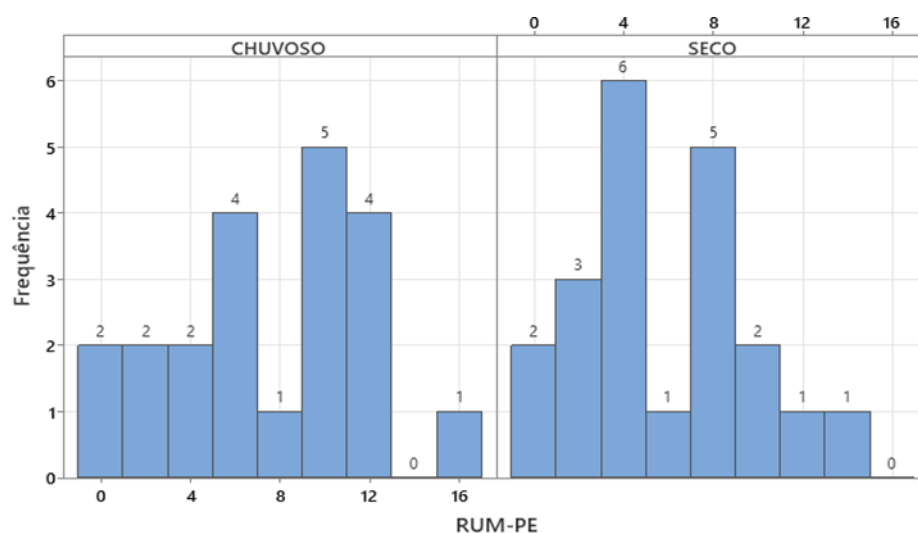
Variável de painel: PERÍODO

Figura 11-Distribuição da frequência gasta em ócio deitado por vacas em lactação, em sistema de *compost barn*, em período chuvoso e seco.



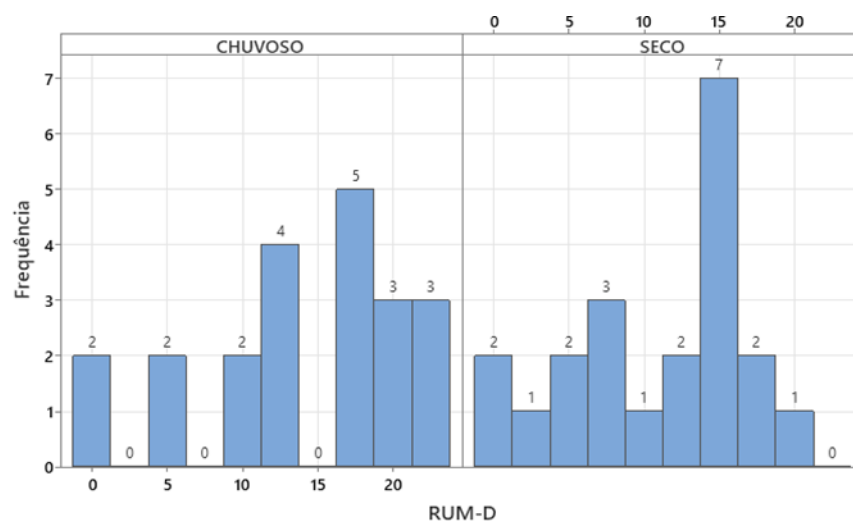
Variável de painel: PERÍODO

Figura 12-Distribuição da frequência gasta em ruminação em pé de vacas em lactação, em sistema de *compost barn*, em período chuvoso e seco.



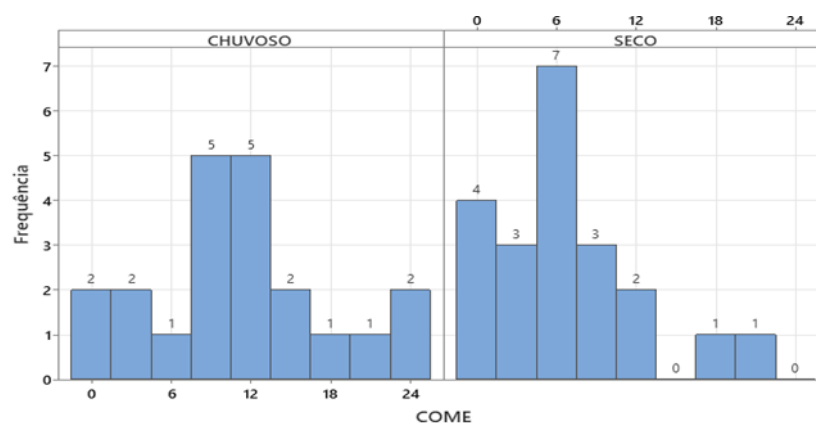
Variável de painel: PERÍODO

Figura 13-Distribuição da frequência gasta em ruminação deitada de vacas em lactação, em sistema de *compost barn*, em período chuvoso e seco.



Variável de painel: PERÍODO

Figura 14-Distribuição da frequência gasta comendo de vacas em lactação, em sistema de *compost barn*, em período chuvoso e seco.



Variável de painel: PERÍODO

As vacas apresentaram maior frequência de ruminação em pé no período chuvoso entre 5h e 10h, com 4 registros às 5h, e 4 registros às 10h. No período seco, a maior frequência de ruminação em pé ocorreu entre 4h e 8h, com 6 registros às 4h e 5 registros às 8h (Figura 14). Para a ruminação deitada, as vacas ruminaram mais em deitadas no período chuvoso entre 17h e 20h, com frequência de 5 registros. Já no período seco, a maior frequência foi registrada às 15h, com 7 registros (Figura 15). Quanto à frequência de alimentação, observou-se maior número de vacas comendo entre 9h e meio-dia no período chuvoso, com 5 registros em ambos os horários. No período seco, o maior número de registros foi às 6h, com frequência de 7 registros (Figura 16).

De acordo com os resultados obtidos estes indicaram que o comportamento de ruminação e alimentação das vacas variou entre os períodos chuvoso e seco, refletindo as influências do ambiente térmico e climático sobre o bem-estar. Sendo assim, no período chuvoso, a maior frequência de ruminação em pé foi observada em horários próximos ao amanhecer e ao final da tarde (5h às 10h e 17h às 20h). Esse comportamento pode estar associado a temperaturas mais amenas e menor estresse calórico para os animais o que favorece a ruminação nesse período. Em contrapartida, para o período seco, a ruminação em pé foi mais evidenciada durante a madrugada e início da manhã (4h às 8h), possivelmente devido à busca por horários mais amenos para compensar as altas temperaturas ao decorrer do dia.

A frequência de alimentação apresentou alterações significativas entre os períodos chuvoso e seco. No período chuvoso, foi observado maior consumo de alimento entre 9h e meio-dia, horários considerados mais quentes. No entanto, nesse período apresenta maior umidade relativa do ar, o que pode minimizar de forma parcial os efeitos do calor, influenciando para que as vacas mantenham o consumo

alimentar em horários em que normalmente evitariam devido ao estresse calórico. No período seco, a frequência de alimentação das vacas foi maior no início da manhã, especificamente às 6h. A partir da observação desse comportamento, verificou-se que as vacas preferiram os horários mais frescos do dia. Nesse período, coincide a oferta da dieta aos animais, o que favorece a ingestão de alimentos, contribuindo para minimizar o desconforto térmico causado pelas altas temperaturas ao longo do dia.

Com relação ao comportamento social (frequência observada para andar, ofegar, empurrar outra vaca, dar cabeçada na outra vaca, lambe ou montar a outra vaca e brincar com a cama), as atividades foram demonstradas na Tabela 9, como o tempo gasto em cada atividade ao longo do dia, e nas Figuras 17 e 18, como os horários em que ocorreu maior frequência de cada atividade. Para atividade de andar os animais destinaram uma média 0,74 min no período chuvoso, já no seco foi de 0,56, min essa maior frequência de atividade de andar no período chuvoso pode estar associada a uma maior necessidade de movimentação devido à maior umidade, além dos animais buscarem por uma maior interação nesse período, o que pode influenciar para um maior comportamento social. No período seco, as vacas optaram por maior tempo em descanso.

Pilatti et al. (2018) destacaram em seu estudo com vacas em sistema de *compost barn*, que durante as estações mais quentes do ano, observaram que houve alteração no comportamento para caminhada das vacas primíparas em relação as multíparas, atingindo o pico de atividade às 15 horas e 20 minutos. No presente estudo, é possível que a temperatura do ambiente tenha influenciado na atividade de andar das vacas, considerando que esta atividade foi maior para o período chuvoso em comparação com o seco. Além disso, a ordem de parto pode ter influenciado uma vez que vacas primíparas apresentaram maior atividade de caminhada durante as horas mais quentes do dia, o que pode indicar as diferentes estratégias de adaptação térmica, ou diferenças no comportamento social e fisiológico em relação as vacas multíparas.

Para o comportamento de ofegar no período chuvoso as vacas destinaram uma média de 0,079, min por mais que seja menor em relação ao período seco, pode indicar um mecanismo de controle térmico, visto que mesmo com a chuva, a umidade do ambiente e a dificuldade de dissipação de calor podem favorecer a um desconforto térmico. A maior frequência de ofegamento foi para o período seco apresentando uma média de 0,100 min sendo que é mais esperado devido as temperaturas mais altas e

baixa umidade o que pode ocasionar um esforço maior na termorregulação, sendo assim, o calor excessivo provoca um aumento na atividade de ofegar, sendo um mecanismo fisiológico utilizado pelos animais para a redução da temperatura interna.

As vacas destinaram mais tempo à atividade de empurrar no período seco, com uma média de 0,0158, min em comparação ao período chuvoso, que apresentou uma média de 0,058 min. Esse comportamento está associado a interações de dominância, onde os animais que possuem maior autoridade social exibem comportamentos mais agressivos ou assertivos. Sendo assim, a atividade de empurrar pode estabelecer condições hierárquicas dentro do grupo, sobretudo em contextos de competição por recursos, como exemplo espaço e alimentação.

No estado do Paraná, em um experimento conduzido por Pilatti et al., (2019), com vacas Jerseys e Holandesas em sistema de *compost barn* observando comportamentos diurnos, comparando diferentes lactações (primíparas e múltiparas). Os resultados demonstraram a prevalência de comportamentos agonísticos em vacas múltiparas em relação as primíparas nos horários mais quentes do dia com temperatura máxima de 35,9 °C, especialmente causados por competição de recursos ambientais considerados de alta prioridade para as vacas que se encontram em estresse térmico, como: ventilação, água e espaço. Assim, as vacas múltiparas solicitaram mais comportamentos agonísticos (como o empurrar), indicando maior posição hierárquica.

A atividade de dar cabeçada se destacou mais no período chuvoso com média de 0,121 min, já no período seco essa atividade foi menor com média de 0,084 min. As cabeçadas lúdicas têm apresentação mínima sob condições de estresse, sendo, assim, consideradas como indicador de sentimentos positivos (VEISSIER et al., 2013).

Para a atividade de lambar as vacas destinaram uma média de 0,142 para o período chuvoso e 0,174 no período seco. A lambedura social de forma espontânea, quando os animais solicitam acontece nas regiões da cabeça, pescoço, ombros (BOUISSOU et al., 2001) para as lambidas espontâneas são nas regiões do dorso, quartos superiores, cernelha e ventre, (SATO; SAKO; MAEDA, 1991). Este comportamento de limpeza corporal mútua tem um efeito de suma importância uma vez que é considerado como calmante nas vacas receptoras, e ocasiona a diminuição dos batimentos cardíacos (LAISTER et al., 2011) além da redução da tensão social (SATO; SAKO; MAEDA, 1991).

Tabela 5-Tempo (min/dia) despendido nas atividades relativas ao comportamento social por vacas em lactação manejadas em confinamento do tipo *compost barn*.

VARIÁVEL	PERIODO	MÉDIA	EPM	DP	VARIÂNCIA	CV	MÍN
ANDA	CHUVOSO	0,74	0,088	0,40	0,16	54,57	0
	SECO	0,56	0,072	0,334	0,111	59,59	0
OFEGA	CHUVOSO	0,079	0,039	0,183	0,033	230,65	0
	SECO	0,100	0,04	0,207	0,043	206,49	0
EMPURRA	CHUVOSO	0,058	0,01	0,083	0,006	143,11	0
	SECO	0,0158	0,008	0,039	0,001	251,00	0
AFUGENTA	CHUVOSO	0	0	0	0	*	0
	SECO	0	0	0	0	*	0
CABEÇA	CHUVOSO	0,121	0,033	0,152	0,023	125,54	0
	SECO	0,084	0,030	0,140	0,019	165,52	0
LAMBE	CHUVOSO	0,142	0,033	0,153	0,023	107,61	0
	SECO	0,174	0,050	0,229	0,052	131,30	0
MONTA	CHUVOSO	0,042	0,014	0,065	0,004	154,77	0
	SECO	0	0	0	0	*	0
ÁGUA	CHUVOSO	0,481	0,074	0,343	0,117	71,25	0
	SECO	0,798	0,137	0,631	0,398	78,99	0
BRINCA	CHUVOSO	0,005	0,005	0,024	0,000	458,26	0
	SECO	0	0	0	0	*	0

EPM = erro padrão da média; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; Mín = mínimo.

Figura 15-Distribuição da frequência de comportamento social e consumo de água observada nas vacas em lactação, em sistema de *compost barn* durante o período chuvoso.

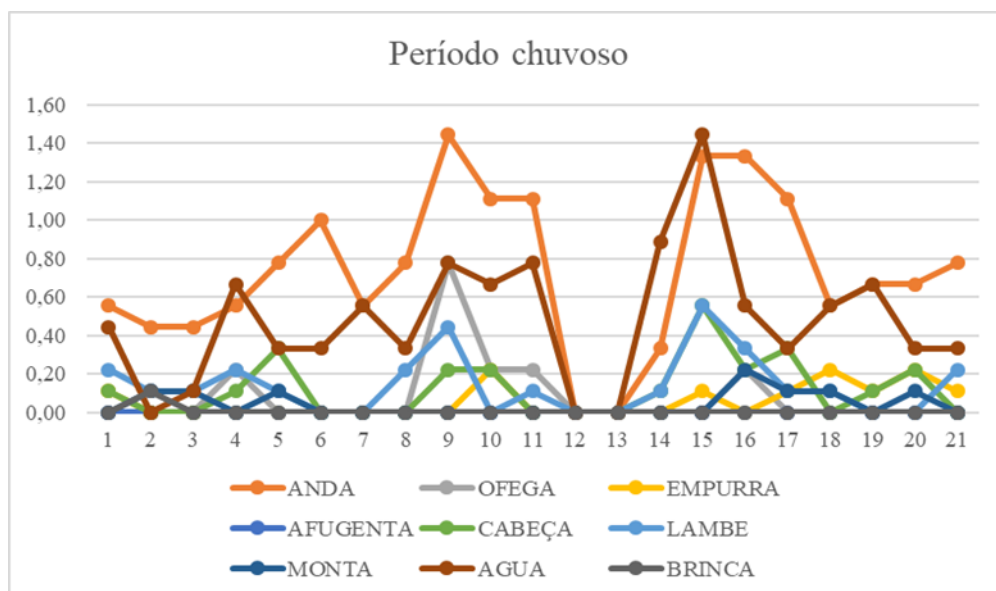
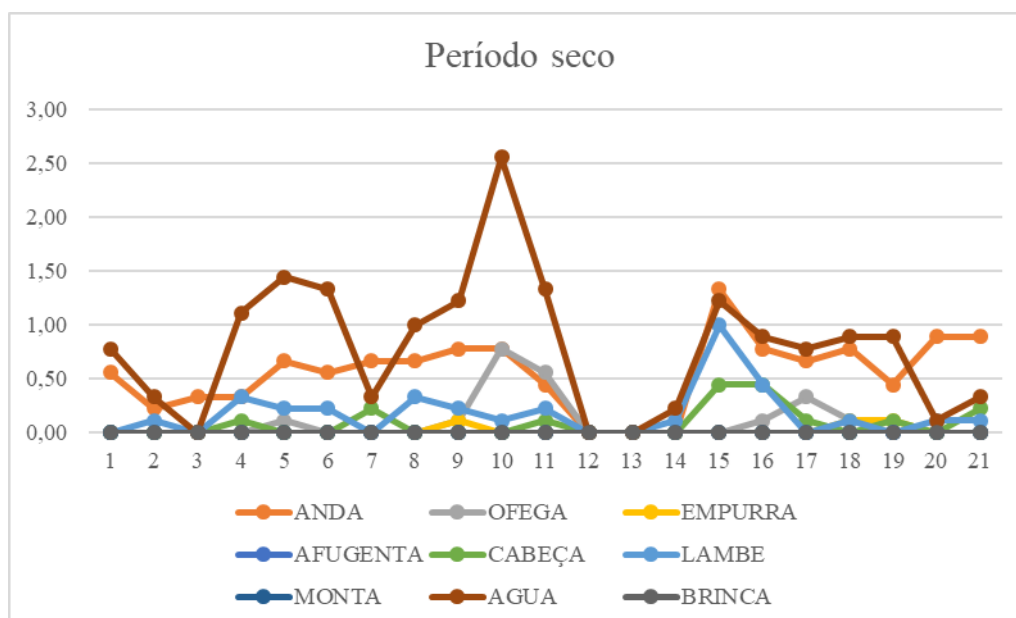


Figura 16 - Distribuição da frequência de comportamento social e consumo de água observada nas vacas em lactação, em sistema de *compost barn* durante o período seco.



Com base nos dados fornecidos, as vacas leiteiras apresentaram uma ingestão média de água de 0,798 min no período seco e 0,481 min no período chuvoso como

demonstra a (Tabela 9). Isso sugere uma houve uma variação significativa no consumo de água entre as duas estações do ano. Sendo assim, o aumento no consumo de água durante o período seco pode ser devido ao calor mais intenso, o que desencadeia maior perda de água pelo suor e respiração das vacas, e consequentemente aumenta a necessidade de repor a perda hídrica como forma de compensar a desidratação. Na Figura 17 foi demonstrado que no período chuvoso a maior procura foi registrada às 15h00, enquanto no período seco (Figura 18) foi às 10h00 da manhã. Santos (2018) descreveu que os bovinos tendem a aumentar a ingestão de água e diminuir as atividades nos períodos mais quentes. Como um meio de combater o aumento de temperatura, buscando também à reposição das perdas sudativas e respiratórias, considerando ainda um resfriamento corporal. Apesar disso, a exigência de água sofre influência de diversos fatores, sendo, a temperatura ambiente, peso, idade, fase da vida do animal, como também o consumo de matéria seca.

5. CONCLUSÃO

Vacas Girolando em lactação, mesmo confinadas em sistema de *compost barn*, apresentam desconforto térmico durante o período seco do ano no semiárido de Sergipe. No entanto, para o período chuvoso no ambiente semiárido sergipano, as vacas apresentam-se confortáveis termicamente.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ÁVILA, A. D.; JÁCOME, I. M. T. D.; FACCENDA, A.; PANAZZOLO, D. M.; MÜLLER, E. R. Avaliação e correlação de parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos de vacas holandês em diferentes estações. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 14, n. 14, p. 2878-2884, 2013.
- AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina, PI: EMBRAPA Meio-Norte, 2009. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico, 188). 83 p.
- BACCARI JUNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142 p.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. Anais... Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 1998. p. 136-161.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 246 p.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; RENEAU, J. K. **Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota**. Department of Animal Science, University of Minnesota, p. 1575–1583, 2006.
- BERNABUCCI, U. et al. **The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle**. Journal of Dairy Science, v. 97, n. 1, p. 471-486, 2014.
- BEWLEY, J. M.; TARABA, J. L.; MCFARLAND, D.; GARRETT, P.; GRAVES, R.; HOLMES, B.; KAMMEL, D.; PORTER, J.; TYSON, J.; WEEKS, S.; WRIGHT, P. **Guidelines for managing compost bedded-pack barns**. The Dairy Practices Council, 2013. Disponível em: <<https://www.dairypc.org/catalog/guidelines-for-managing-compost-bedded-pack-barns>>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- BOUISSOU, J. et al. **The social behaviour of cattle**. In: KEELING, J. L.; GONYOU, H. W. (Eds.). Social behavior in farm animals. Wallingford: CABI, 2001. Cap. 5, p. 113-145.
- BOUNFFARD, V. et al. **Effect of following recommendations for tie-stall configuration on neck and leg lesions, lameness, cleanliness, and lying time in dairy cows**. Journal of Dairy Science, v. 100, n. 4, p. 2935-2943, 2017.
- CAMARGO, A. C. **Comportamento de vacas da raça Holandesa em confinamento do tipo “freestall”, no Brasil Central**. 1988. 146 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.
- COLLIER, R. J.; DAHL, G. E.; VANBAALE, M. J. **Major advances associated with environmental effects on dairy cattle**. Journal of Dairy Science, v. 89, n. 4, p. 1244-1253, 2006.
- DARCAN, N.; CEDDEN, F.; GUNEY, O. **Spraying effects on goat welfare in hot and humid climate**. American Journal of Animal and Veterinary Sciences, v. 2, n. 4, p. 99-

103, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3844/ajavsp.2007.99.103>>. Acesso em: 24 dez. 2024.

ENDRES, M. I. **Compost bedded pack barns: can they work for you?** Minneapolis: University of Minnesota, Department of Animal Science, 2009.

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.

FAÇANHA, D. A. E. et al. **Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 4, p. 837-844, 2010.

FAGAN, E. P. et al. **Environmental and handling factors on the chemical composition of milk in dairy farms of Paraná State, Brazil.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 32, p. 309-316, 2010.

FERREIRA, F. et al. **Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico.** Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 58, n. 5, p. 1-9, 2006.

HAHN, G. L.; MADER, T. L. **Heat waves in relation o thermoregulation, feeding behavior, and mortality of feedlot cattle.** In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 5., 1997, Minnesota. Proceedings. St. Joseph: ASAE, 1997. p. 563-571.

HERBUT, P.; ANGRECKA, S. **The effect of heat stress on time spent lying by cows in a housing system.** Annals of Animal Science, v.18, n.3, p.825–833. 2018.

JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU, J. K.; SCHOPER, W. W. **Compost dairy barn layout and management recommendations.** In: ASAE ANNUAL MEETING, 2006, Boston, MA. Proceedings... Boston: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. v. 23, n. 1, p. 97-102.

KADZERE CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E (2002) **Heat stress in lactating dairy cows: a review.** Livestock Production Science 77:59-91.

KENDALL, P. E.; NIELSEN, P. P.; WEBSTER, J. R.; VERKERK, G. A.; LITTLE JOHN, R. P.; MATTHEWS, L. R. **The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate.** Livestock Science, v. 103, p. 148–157, 2006.

KLAAS, I. C.; BJERG, B.; FRIEDMANN, S.; BAR, D. **Cultivated barns for dairy cows: an option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark?** Journal of Veterinary, v. 93, 2010.

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

LAISTER, S. et al. **Social licking in dairy cattle—Effects on heart rate in performers and receivers.** Applied animal behaviour science, v. 130, n. 3-4, p. 81-90, 2011.

LEITE, J. R. S.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. S. **Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos**

nativos confinados. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, p. 443-448, 2012.

LESO, L. et al. Invited review: **Compost-bedded pack barns for dairy cows.** Journal of Dairy Science, 1 fev. 2020.

LOBECK, K. M.; ENDRES, M. I.; SHANE, E. M.; GODDEN, 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, 2011.

MADER, T. L.; JOHNSON L. J.; GAUGHAN, J. B. **A Comprehensive index for assessing environmental stress in animals.** Journal of Animal Science. Vol. 88, p. 2153-2165, 2010

MARCHETO, F. G.; NAAS, I. A.; SALGADO, D. D.; SOUZA, S. R. L. **Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade em vacas em produção alojadas em sistema de free-stall.** Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci., v. 39, n. 6, 2002.

MARINO, C. T. **Água na produção animal. Macal Nutrição Animal,** Informe Técnico, 2006. Disponível em: <http://www.macal.com.br/uploads/1719242139.doc>. Acesso em: 10 dez. 2024.

MARTELLO, L. S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações.** 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

MARTELLO, L. S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall.** 2006. 113 f. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento tipo free-stall para vacas em lactação.** 2004. 155 f. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MOTA, V. C.; ANDRADE, E. T. de; LEITE, D. F. **Sistema de confinamento Compost barn: interações entre índices de conforto, características fisiológicas, escore de higiene e claudicação.** Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama, v. 13, n. 2, p. 1-12, 2020

NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal.** São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M. S.; BERNABUCCI, U. **Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems.** Livestock Science, v. 130, n. 1-3, p. 57-69, 2010.

NRAES-54 **Northeast Regional Agricultural Engineering Service.** On-Farm Composting Handbook. In: RYNK, R. Ithaca, N.Y, 1992.

PAULRUD, O.; CLAUSEN, S.; ANDERSEN, P. E.; BJERRING, M.; RASMUSSEN, M. D. **Infrared thermography and ultrasonography to indirectly monitor the influence of liner type and overmilk on teat tissue recovery.** Acta Veterinaria Scandinavica, v. 46, p. 137-147, 2005.

PEIXOTO, M. S. M. **Termorregulação de bovinos leiteiros confinados em instalação compost barn em região semiárida.** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

PERISSINOTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F.; SOUZA, S. R. L.; LIMA, K. A. O.; 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, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1498, ago. 2009.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J. de. **Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados.** Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v. 1, n. 2, p. 117, 2007.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; SILVA, I. J. O.; MATARAZZO, S. V. **Influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 289-294, 2005.

PILATTI, J. A. et al. **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, 2019.

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, 2018.

PIOVESAN, S. M.; OLIVEIRA, D. dos S. **Fatores que influenciam a sanidade e conforto térmico de bovinos em sistemas Compost barn.** Revista Vivências, Erechim, 2020.

RIBEIRO, V. S.; ANDRADE, J. P. N.; GRACIOSA, M. G. **Importância da ambiência para o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas leiteiras.** 2018. p. 67-76.

SANTOS, J. E. P.; RIBEIRO, E. S.; SOUSA, F. L.; CAMARGO, L. S. A.; CANTON, G. H.; WILTBANK, M. C. **Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after timed artificial insemination with estradiol cypionate or estradiol benzoate in progesterone-based protocols in dairy cows.** Journal of Dairy Science, v. 98, n. 6, p. 3674-3684, 2015.

SANTOS, L. F. **Comportamento e termorregulação de vacas leiteiras em sistema compost barn no período de outono/inverno.** 2018. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11156/1/DV_COZOO_2018_2_15.PDF>. Acesso em: 22 dez. 2024.

SATO, S.; SAKO, S.; MAEDA, A. **Social licking patterns in cattle (Bos taurus): influence of environmental and social factors.** Applied Animal Behaviour Science, v. 32, n. 1, p. 3-12, 1991.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. **Bovinocultura de leite: sistema Compost barn: ventilação, manejo da cama e tecnologias envolvidas.** Ana Ângela de Medeiros Sousa (coord.). Brasília: SENAR, 2022.

SILVA, E. V. C.; KATAYAMA, V. A.; MACE, G. G.; RUEDA, P. M.; ABREU, U. G. P.; ARI, C. E. S. N. Z. **Efeito do manejo e de variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embriões.** *Ciência Animal*, v. 11, p. 280-291, 2010.

SILVA, J. C. P. M. et al. **Bem-estar do Gado Leiteiro.** 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2012.

SIQUEIRA, I. H. S.; VALE, P. A. C. B.; VALE, W. G.; BARRETO, L. M. G.; MENESES, M. D.; SANTOS, E. J.; JUNIOR, V. R.; 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, 2021.

STOBER, M. **Identificação, anamnese, regras básicas da técnica do exame clínico geral.** In: **Exame clínico dos bovinos.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 419-429.

TERRA, R. L. **História, exame físico e registro dos ruminantes.** In: SMITH, B. P. **Tratado de medicina interna dos grandes animais.** São Paulo: Manole, 2006. v. 3, p. 3-14.

VEISSIER, I. et al. **Development of welfare measures and protocols for the collection of data on farms or at slaughter.** In: BLOKHUIS, J. H. et al. (org.). **Improving farm animal welfare: science and society working together: The Welfare Quality approach.** Wageningen: Springer, 2013.