



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE ZOOTECNIA**

PATRÍCIA TAYNARA DE JESUS DAS CHAGAS

BEM-ESTAR EM INSTALAÇÕES PARA VACAS LEITEIRAS

**FORTALEZA
2022**

PATRÍCIA TAYNARA DE JESUS DAS CHAGAS

BEM-ESTAR EM INSTALAÇÕES PARA VACAS LEITEIRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Patrícia Guimarães Pimentel

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C424b Chagas, Patrícia Taynara de Jesus das.
Bem-estar em instalações para vacas leiteiras / Patrícia Taynara de Jesus das Chagas. –
2022.
42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro
de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel.

1. Conforto térmico. 2. Estresse. 3. Sistemas de confinamento. I. Título.

CDD 636.08

PATRÍCIA TAYNARA DE JESUS DAS CHAGAS

BEM-ESTAR EM INSTALAÇÕES PARA VACAS LEITEIRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Patrícia Guimarães Pimentel

Aprovado em: 12/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a. Patrícia Guimarães Pimentel
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a Dr^a. Lays Débora Silva Mariz
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Mestrando Márcio Gabriel Campos de Sousa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por tudo que nela aconteceu, por me proporcionar condições e incentivo para prosseguir mesmo quando achei que não fosse ser possível.

A Universidade Federal do Ceará por toda a infraestrutura e espaço cedido, todo o corpo docente do Departamento de Zootecnia e seus funcionários.

A Professora Dr^a Patrícia Guimarães Pimentel por aceitar me orientar, por toda a paciência e ensinamentos compartilhados durante toda a graduação e também durante o tempo que participei do GPEBOV.

Ao José Clécio, por sempre colaborar de forma respeitosa e simpática, e por sua disponibilidade de ajudar (nos salvar) no que fosse preciso.

A todos os meus familiares, em especial, meus pais Reginaldo Rodrigues e Núbia Maria, por todo o apoio e as palavras de incentivo e força no decorrer da minha jornada acadêmica e por todo amor dedicado a mim durante toda a vida.

Ao meu irmão Felipe Rodrigues pelo companheirismo e amizade. Sempre pude contar com ele quando precisei.

Ao meu padrinho Paulo César e minha madrinha Ana Cláudia por todo apoio e ajuda.

Ao meu namorado e amigo Klinsman Moraes, por todo o tempo ao meu lado, pela compreensão e paciência, além de sempre me alegrar com suas palavras de carinho e apoio.

Aos grupos de estudos Centro de Atividades Apícolas (CAAp) e Grupo de Pesquisa e Estudos em Bovinocultura e Bubalinocultura (GPEBov), e ao Centro Acadêmico Quatro de Dezembro (CAQD), os quais fui membro durante boa parte da graduação, agradeço imensamente por todas as oportunidades, vivências e aprendizados que foram de grande valia para minha formação pessoal e profissional.

A todos os amigos que fiz, por sempre terem colaborado comigo durante a graduação e por sempre saber que poderia contar com eles.

“Podemos julgar o coração de um homem pela forma como ele trata os animais” (Immanuel Kant).

RESUMO

O leite é um alimento de grande importância nutricional. No Brasil, está entre os produtos mais importantes da agropecuária. Com o crescente aumento da temperatura devido às mudanças climáticas, países como o Brasil, enfrentam e enfrentarão, caso nada mude, problemas relacionados ao bem-estar e conforto térmico dos animais na sua produção leiteira. Quando o bem-estar está afetado, o animal apresenta distância do grupo, não se locomove e não se alimenta da forma correta, dentre outros casos, o que leva o animal a ficar doente. Em situação de estresse devido à temperatura, a produção e o desenvolvimento são diretamente prejudicados, o que leva o produtor a ter prejuízos. O confinamento dos animais se torna uma alternativa para manter a produção de leite constante ao longo do ano. Sistemas de confinamentos estão cada vez mais sendo utilizados, de forma que possam oferecer o máximo de conforto para os animais. *Free stall* e o *compost barn* surgem como tecnologias adotadas em sistema de confinamento de vacas leiteiras, sendo capazes de minimizar os efeitos causados pelo estresse térmico. Tais sistemas permitem comportamento mais livre dos animais, como manutenção de seu bem-estar.

Palavras chave: Conforto Térmico; Estresse; Sistemas de Confinamento.

ABSTRACT

Milk is a food of great nutritional importance. In Brazil, it is among the most important agricultural products. With the increasing temperature rise due to climate change, countries like Brazil face and will face, if nothing changes, problems related to the well-being and thermal comfort of animals in their dairy production. When welfare is affected, the animal stays away from its group, does not move well and does not feed properly, among other cases, causing the animal to become sick. In a situation of stress due to temperature, production and development are directly reduced, leading the farmer to incur losses. Livestock confinement systems become an alternative to keep milk production constant throughout the year. These systems are increasingly being used to provide maximum comfort to animals. Free stall and compost barn emerge as technologies adopted in a confinement system for dairy cows, being able to minimize the effects caused by thermal stress. These are systems that allow animals to behave more freely, in order to maintain their well-being.

Keywords: Thermal Comfort; Stress; Confinement Systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Efeito do ambiente sobre o bem-estar animal | 15 |
| Figura 2 - Relação entre bem-estar e ambiência | 15 |
| Figura 3 - Representação esquemática da Zona de Termoneutralidade | 21 |
| Figura 4 - Sistema de confinamento <i>Free stall</i> | 27 |
| Figura 5 - Incidência e classificação de lesões podais em vacas confinadas em sistema <i>Free stall</i> nos períodos de inverno e verão | 29 |
| Figura 6 - Galpão de <i>Compost barn</i> | 30 |
| Figura 7 - Incidência e classificação de lesões podais em vacas confinadas em sistema <i>Compost barn</i> nos períodos de inverno e verão | 32 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Modelo “Cinco Domínios” do bem-estar animal | 17 |
| Tabela 2 - Valores comuns de temperatura efetiva crítica inferior (TCI), temperatura crítica superior (TCS) e conforto térmico (CT), em °C, para algumas espécies de animais | 22 |
| Tabela 3 - Dimensões para baias no sistema <i>Free stall</i> | 28 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

| | |
|----------------|---|
| % | Porcentagem |
| BEA | Bem-estar Animal |
| cm | Centímetros |
| CT | Conforto Térmico |
| Kg | Kilograma |
| m | Metro |
| m ² | Metro Quadrado |
| MAPA | Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento |
| °C | Grau Celsius |
| TCI | Temperatura Crítica Inferior |
| TCS | Temperatura Crítica Superior |
| ZCT | Zona de Conforto Térmico |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | BEM-ESTAR | 14 |
| 2.1 | Modelo Cinco Domínios | 16 |
| 2.2 | Enriquecimento Ambiental | 18 |
| 2.3 | Conforto Térmico | 20 |
| 3 | ESTRESSE | 23 |
| 3.1 | Estresse nas instalações | 24 |
| 4 | SISTEMAS DE CONFINAMENTO | 25 |
| 4.1 | <i>Free Stall</i> | 26 |
| 4.2 | <i>Compost Barn</i> | 29 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 34 |
| | REFERÊNCIAS | 35 |

1 INTRODUÇÃO

A produção leiteira é uma das principais atividades econômicas do Brasil, na qual, tem uma importante participação na geração de emprego e renda, envolvendo milhares de produtores no campo em quase todos os municípios brasileiros, e gerando mais empregos nos demais segmentos da cadeia (ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).

Em 2021, o setor lácteo nacional passou por grandes desafios, que incluem principalmente o incremento nos custos de produção e a demanda enfraquecida. A produção recuou, as importações diminuíram e a disponibilidade de leite também diminuiu. Foi um ano complicado, mesmo após o ano de 2020 em que a oferta e a demanda cresceram, apesar de todos os problemas advindos do início da pandemia da Covid-19. Com menos suporte financeiro governamental para as famílias, desemprego elevado e inflação em aceleração, acabou que a renda das famílias, o consumo de lácteos e os repasses de preços ao longo da cadeia foram prejudicados. No entanto, os custos de produção seguiram em elevação, o que acabou culminando em aperto na rentabilidade do setor, seja do produtor ou do laticínio (CARVALHO; ROCHA, 2022).

Embora o país seja um importante produtor mundial, a pecuária não é vista no modo geral, de forma especializada, em virtude da grande diferença de sistemas de produção, onde se tem a pecuária leiteira com produção repleta de tecnologia convivendo com a pecuária extrativista, com baixo nível tecnológico e baixa produtividade (BRASIL, 2010).

Na década de 1960, o uso de animais para a produção de alimentos gerou questionamentos, possivelmente devido ao número de animais envolvidos e dos impactos ao bem-estar animal (MOLENTO, 2007). Os conceitos básicos de bem-estar são estruturados e devem ser compreendidos levando em consideração o direito de evitar sofrimento, tendo como parte relevante os animais de produção (RUDACILLLE, 2000). Alternativas de enriquecimento ambiental devem estar cada vez mais presentes na produção, com o propósito de melhorar o bem-estar dos animais que ali vivem.

O Brasil tem condições ambientais, como luminosidade, clima e área, que proporcionam a adesão de sistemas produtivos que podem priorizar o bem-estar animal (MAPA, 2022), porém, implementar um sistema de produção que atenda as

tendências do mercado e as exigências do consumidor, é um desafio (GARCIA, 2013). Portanto, em 2008 o MAPA criou a Comissão Técnica Permanente de Bem-estar Animal, que foi reestruturada pela Portaria nº 524/2011, que estabelece recomendações de boas práticas de bem-estar para animais de produção.

Dentre as condições ambientais, a temperatura é um fator que pode gerar problemas na produção, pois tem médias altas durante quase todo o ano, o que pode levar a gerar uma predisposição ao estresse térmico em animais de produção, sobretudo nos que estão expostos de modo direto à radiação solar (SILVA, 2000).

O estresse térmico é um dos principais fatores que impacta de forma negativa a produção de leite, ocasionando efeito significativo no potencial econômico da propriedade, além de mudanças no comportamento dos animais (RANKRAPE, 2016).

As instalações têm papel fundamental no conforto térmico dos animais, sendo o conhecimento dos materiais, equipamentos a serem utilizados e sua relação com o meio ambiente, indispensáveis no sucesso da atividade (BAËTA; SOUZA, 1997).

Para Carvalho *et al.* (2015) a procura por um sistema de confinamento alternativo é importante, pois deve-se proporcionar o máximo de bem-estar para as vacas em lactação, para assim aumentar a produção, progredir em uma melhora das condições de saúde e minimizar efeitos do estresse térmico, a partir da disponibilização de um ambiente adequado. Atualmente dentre as alternativas mais buscadas para confinar o gado leiteiro, os sistemas mais utilizados são o *free-stall* e o *compost barn* (LAMBERTES, 2019).

Objetivou-se, com o presente trabalho, trazer informações científicas quanto ao bem-estar e conforto térmico em sistemas de confinamento, além de outros aspectos relacionados à qualidade de vida de vacas leiteiras.

2 BEM-ESTAR

Uma definição de Bem-Estar Animal (BEA) fundamental, é de que a mesma deve estar relacionada à uma característica do animal, e não a algo que o homem oferece. Deve ser determinado de forma que permita ligação com outros conceitos, tais como: necessidades, liberdades, felicidade, adaptação, controle, capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde (BROOM; MOLENTO, 2004).

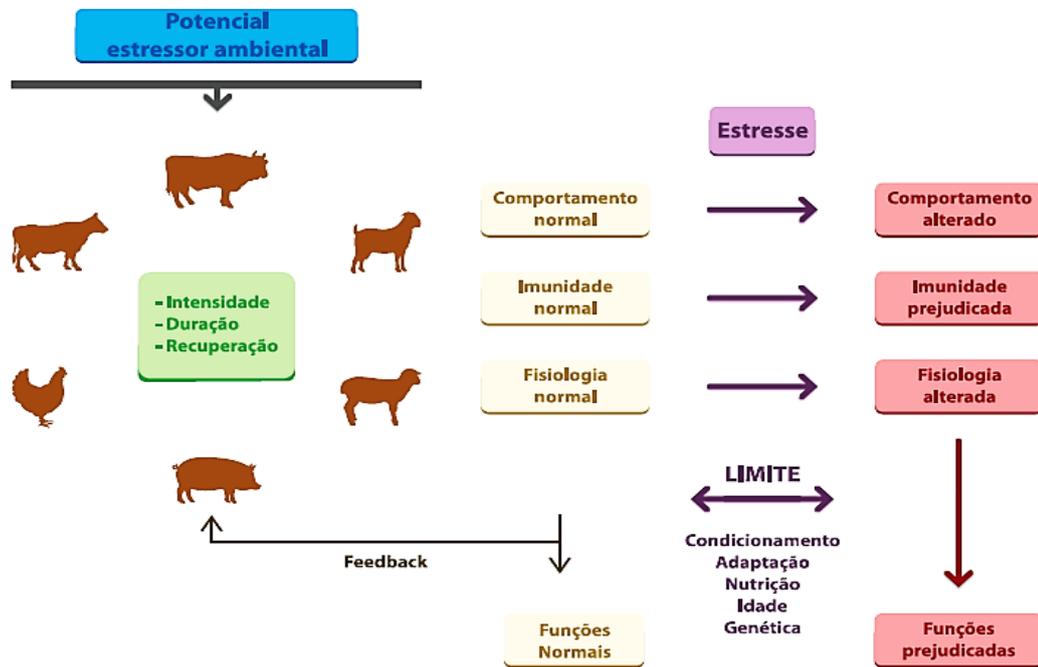
“Bem-estar animal refere-se ao estado de um indivíduo em relação às suas tentativas de se adaptar ao ambiente em que vive” (BROOM, 1986).

Para se entender melhor o conceito, segundo Alves *et al.* (2019), é importante destacar alguns aspectos básicos: é um conceito momentâneo, não estático e pode ser medido cientificamente.

Um animal encontra-se em bom estado de bem-estar, quando está saudável, seguro, em conforto, bem nutrido e capaz de expressar comportamentos naturais. Em compensação, o estado desconfortável como dor, medo e angústia, representa que seu bem-estar está instável (BROOM; MOLENTO, 2004).

Alves *et al.* (2019) destacam que, devido as tentativas dos animais de se adaptarem ao ambiente, os mesmos são capazes de desencadear modificações fisiológicas e comportamentais que, podem acabar em maior ou menor adaptação dos animais ao meio, com prejuízo ao seu bem-estar (Figura 1).

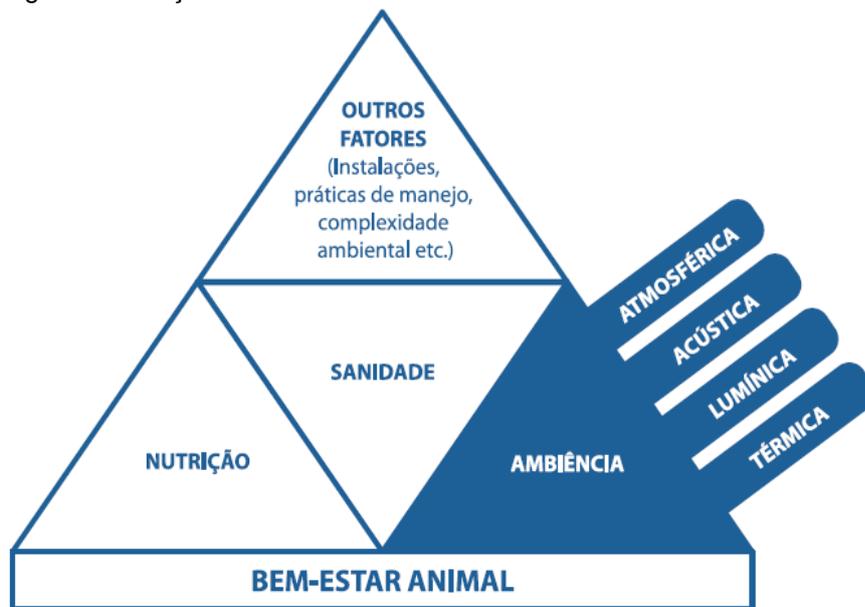
Figura 1 - Efeito do ambiente sobre o bem-estar animal.



Fonte: Hahn (1999), adaptado por Alves *et al.*, 2019.

Como já explicado, o BEA é um conceito amplo, relativo à qualidade de vida do animal e sua capacidade de se manter saudável no sistema em que vive, e a ambiência é um dos fatores que o compõem e que está diretamente ligada (Figura 2).

Figura 2- Relação entre bem-estar e ambiência.



Fonte: Alves *et al.*, 2019.

De todos os fatores ambientais em regiões tropicais (luz/radiação, calor, ruídos e atmosfera) que podem interferir direta ou indiretamente sobre o BEA, a temperatura do ar e a radiação solar são os que mais influenciam os animais que são criados em sistemas a pasto e/ou em confinamento. (ALVES *et al.*, 2019).

Em caso de mudanças ambientais visando aprimoramento na ambiência, se torna eficiente a oferta de sombra, seja natural ou artificial, para então proteger os animais das adversidades, como da radiação solar excessiva, e/ou proteção contra os ventos e abrigo de chuvas, principalmente em estações chuvosas (KARVATTE *et al.*, 2016; LOPES *et al.*, 2016).

2.1 Modelo Cinco Domínios

Um modelo denominado de “Cinco Domínios” do BEA, foi proposto por Mellor e Reid (1994), e se propõe de forma a ser sistemático, estruturado e abrangente para a avaliação do bem-estar dos animais. O mesmo funciona como um meio de avaliação e coordenação e não deve ser classificado como uma definição de BEA.

Braga (2018) evidencia que em alguns animais domésticos essas características podem ser inadequadas. O utilizador do modelo está livre para incluir ou excluir fatores, levando a importância do comportamento natural, a biologia e a ecologia da espécie em estudo.

O modelo foi adaptado para destacar fatores relacionados à sobrevivência e relacionados à situação e seus domínios físicos/funcionais associados, e exemplos de afetos negativos ou positivos atribuídos ao domínio mental (MELLOR *et al.*, 2015).

Os cinco domínios referem-se a quatro domínios físicos e um mental, sendo: Nutrição, domínio 1; Ambiente, domínio 2; Saúde, domínio 3; Comportamento, domínio 4; Mental, domínio 5 (Tabela 1).

Tabela 1. Modelo Cinco Domínios do bem-estar animal.

| Domínio 1: Nutrição | Restrição sobre: | Oportunidades para: |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | Consumo de água | Beber bastante água |
| | Consumo de alimento | Comer comida de forma suficiente |
| | Qualidade e quantidade de alimento | Dieta equilibrada e variada |
| | Comer demais e de forma forçada | Comer de forma correta |
| Domínio 2: Ambiente | Condições impostas: | Boas condições: |
| | Estresse térmico | Conforto térmico e ambiental |
| | Piso inadequado | Piso adequado |
| | Alta densidade | Espaço ideal |
| | Poluentes atmosférico | Ar fresco |
| | Odores desagradáveis | Odores agradáveis |
| | Iluminação ruim | Luz tolerável |
| | Barulho | Exposição ao barulho aceitável |
| | Monotonia | Variabilidade ambiental |
| | Eventos inesperados | Previsibilidade ambiental |
| Domínio 3: Saúde | Presença de: | Pouco ou sem: |
| | Doenças agudas ou crônicas | Doença |
| | Lesões agudas ou crônicas | Lesão |
| | Comprometimento funcional: amputação e outros problemas | Comprometimento funcional |
| | Intoxicação | Intoxicação |
| | Obesidade ou magreza | Boa condição corporal |
| | Aptidão física ruim | Bom condicionamento físico |
| Domínio 4: Comportamento | Exercício impedido por: | Exercido via: |
| | Ambiente invariável | Ambiente variado: novo e envolvente |
| | Imposições sensoriais | Estímulos sensoriais |
| | Escolhas restritas | Opções para envolvimento |
| | Ambiente restrito: pouca atividade | Movimento livre |
| | Pouca interação entre animais | Exploração |
| | Fuga ou defesas | Pastejar, ciscar, fuçar |
| | Pouco repouso | Reafirmar vínculos |
| | | Uso de refúgios |
| | | Descanso e sono suficientes |
| Domínio 5: Mental | Negativo | Positivo |
| | Sede | Saciar sede |
| | Fome geral | Prazer em diferentes cheiros e gostos |
| | Fome (sal) | Gostar do sabor do sal |
| | Falta de ar | Conforto |
| | Dores | Boa saúde |
| | Fraqueza | Capacidade funcional |

| | | | |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| Desnutrição | Doenças e/ou mal estar | Mastigação prazerosa | Vitalidade |
| Inchaço | Náuseas / Tontura | Saciedade | Condicionamento físico |
| Dores gástricas | Exaustão física | Conforto gátrico | |
| Desconforto: | | Conforto: | |
| Térmico: aquecimento/resfriamento | | Térmico | |
| Físico: dor e irritações | | Físico | |
| Físico: rigidez e tensão muscular | | Respiratório | |
| Respiratório: falta de ar | | Olfativo | |
| Olfativo | | Auditivo | |
| Auditivo: dor, deficiência | | Visual | |
| Visual: fadiga, escuridão | | | |

Fonte: Adaptado de Mellor *et al.*, 2015.

Ficar sozinho longe do grupo em que convive, agressividade em excesso, dificuldades ao se locomover, diminuição por busca de alimento, aparecimentos de doenças, são exemplos de movimentações incomuns ao comportamento dos bovinos, e determinam sinais de que o bem-estar daquele animal foi afetado (BROOM; JONHSON, 1993; BROOM; MOLENTO, 2004).

A atenção para com os maus tratos aos animais domésticos e com o bem-estar dos animais utilizados na pesquisa e na agricultura é algo que está cada vez mais em pauta. Ao passo que os tempos avançam, a sociedade passa a considerar o sofrimento animal como um aspecto importante (MOLENTO, 2005).

2.2 Enriquecimento Ambiental

O enriquecimento ambiental surgiu na tentativa de amenizar o estresse dos animais, causados muitas vezes por não conseguirem expressar seus comportamentos normais devido estarem inseridos em um ambiente modificado pelo homem (SANTOS *et al.*, 2020). Estes autores mencionam ainda que o enriquecimento pode ser físico (objetos), sensorial (estimulação de sentidos), cognitivo (dispositivos de manipulação), alimentar (fornecer alimentos diferentes) ou social (interação com outros animais).

DeVries *et al.* (2007) fizeram um experimento com 72 vacas, divididas em grupos, na ausência de uma escova mecânica (controle) e na presença da escova (tratamento). A duração e frequência do uso da escova mecânica foram avaliados. Dentro de 24 horas da instalação da escova mecânica, 56,9% das vacas utilizaram a escova. Em sete dias, 93,0% das vacas usou a escova e, ao final do período de tratamento, todas, exceto uma das vacas. Quando a escova mecânica foi adicionada ao curral, as vacas aumentaram em 508% o tempo total gasto se coçando e em 226% a sua frequência de utilização. Observaram também que vacas em lactação aumentam a limpeza em cinco vezes quando uma escova mecânica foi oferecida.

Schukken e Young (2009) relataram aumento diário de 1 kg na produção de leite em vacas da raça Holandesa de segunda lactação quando tiveram acesso a uma escova rotativa em comparação com o grupo controle que não tiveram acesso a este mesmo objeto. Vacas que tiveram acesso a uma escova após o parto, não a usaram na presença da cria, mas usaram quando a cria foi retirada (NEWBY *et al.*, 2012).

Em outro estudo, um lote de 24 vacas de produção leiteira foi avaliado, no qual foi instalado três tipos de coçadores: escova fixada em um mourão, corda de sisal enrolada à um mourão e uma corda de sisal esticada entre dois mourões paralelos, em um mesmo piquete, no qual todas tiveram livre acesso a eles. O resultado deste experimento mostrou que o coçador feito de escova foi usado mais vezes (54 vezes) e com maior frequência (48 min.) que o de corda de sisal esticada (37 vezes e 33 min.), e a corda de sisal enrolada (36 vezes e 17 min.). Além disso, notaram que as regiões mais coçadas pelos animais foram cabeça e pescoço, e que, após a instalação desses equipamentos, os animais não foram mais vistos utilizando outros tipos de objetos nos piquetes para se coçarem, como cochos, árvores e cercas (OLTRAMARI *et al.*, 2010).

Grinde (2000) evidenciou que uma das formas de enriquecer o ambiente dos animais é pela utilização da música, que pode apresentar efeito relaxante tanto para os animais quanto aos tratadores. A presença de música na sala de ordenha pode ser um fator positivo, podendo ser utilizada para melhorar a condução das vacas e estimular a produção de maior quantidade de leite, quando comparado aos sons de rotina da ordenha. Porém, poucos são os estudos sobre seus efeitos.

O uso de equipamento para o enriquecimento ambiental, tem como objetivo principal estimular a redução de respostas estressoras favorecendo assim o comportamento natural da espécie (PINHEIRO, 2021).

2.3 Conforto Térmico

O conforto se associa com a perspectiva do animal, onde o mesmo pode se sentir mais confortável em uma determinada condição térmica (SOUZA, 2021).

A adaptabilidade ou capacidade de se adaptar pode ser considerada pela habilidade de o animal se ajustar às condições ambientais médias, assim como aos extremos climáticos. Animais bem-adaptados são tipificados por manutenção ou perda mínima do desempenho produtivo durante exposição ao estresse (AZEVEDO; ALVES, 2009).

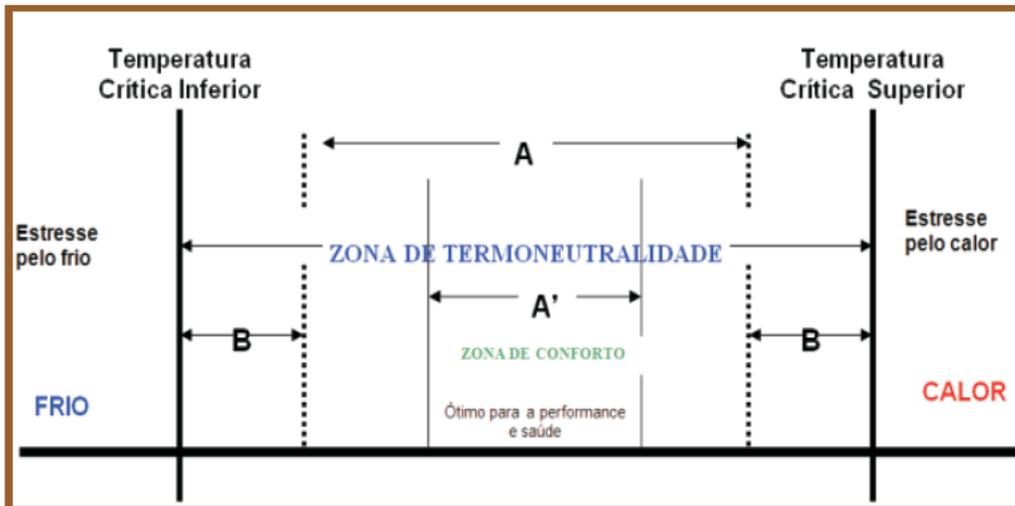
Os animais podem ser classificados em homeotérmicos e pecilotérmicos (SOUZA; BATISTA, 2012). Os bovinos são considerados animais homeotérmicos (mantêm sua temperatura constante apesar das variações de temperatura do meio). Todavia, para que ocorra a manutenção de sua temperatura, é preciso um equilíbrio entre a termogênese e a termólise, feito através das mudanças fisiológicas, metabólicas e comportamentais, de modo a manter a homeostase orgânica e reduzir as consequências da hipotermia ou hipertermia (BERTIPAGLIA *et al.*, 2007).

Azevêdo e Alves (2009) compreendem que, para serem capazes de desenvolver totalmente seu potencial genético para produção, os animais devem receber alimentação em quantidade e qualidade adequada, e serem mantidos em condições climáticas que, devem estar dentro da sua zona de termoneutralidade (Figura 3).

De acordo com Baêta e Souza (1997), os animais para terem máxima produtividade, devem estar dentro de uma faixa de temperatura apropriada, também chamada de zona de conforto térmico (ZCT), onde se tem um gasto mínimo de energia para manter a homeotermia.

A ZCT de bovinos está entre 0°C e 16°C para raças de origem europeia com limite máximo de 25°C, e para raças zebuínas os valores ficam entre 10°C e 27°C com máxima crítica de 35°C (PEREIRA, 2005). A ZTC está definida entre a temperatura crítica superior (TCS) e a crítica inferior (TCI), temperaturas abaixo da TCI ou acima da TCS levam o animal a ter reações fisiológicas e comportamentais que podem levar até a óbito (MARTELLO, 2006).

Figura 3 - Representação esquemática da Zona de Termoneutralidade.



Fonte: Hafez (1973), adaptada por Azevêdo; Alves, (2009).

Rodrigues *et al.* (2010), em um estudo da influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras, afirmaram que em condições ambientais de elevado desconforto térmico principalmente pelo calor, as vacas têm seu consumo de alimento e produção leiteira reduzidos.

Lambertes (2019) avaliou o comportamento das vacas multíparas e primíparas de acordo com a temperatura ambiente em um galpão de *compost barn*, identificou que para o ato de comer, as vacas primíparas têm a maior probabilidade de se alimentarem nos horários mais quentes do dia, entre 9:00 e 15:00 horas, enquanto as vacas multíparas que demonstraram serem mais dominantes, se alimentaram com maior frequência nos períodos mais frescos, entre 20:00 e 8:00 horas. Para a ingestão de água, a maior ocorrência aconteceu nos períodos após ao fornecimento de ração e ordenha.

Na Tabela 2, são apresentados alguns valores de temperatura crítica inferior, superior e de conforto térmico para algumas espécies.

Tabela 2 - Valores comuns de temperatura efetiva crítica inferior (TCI), temperatura crítica superior (TCS) e conforto térmico (CT), em °C, para algumas espécies de animais.

| Animal | TCI | CT | TCS |
|----------------------|------------|-----------|------------|
| Recém nascido | | | |
| Bovino | 10 | 18 a 21 | 26 |
| Ovelha | 6 | 25 a 30 | 34 |
| Galinha | 34 | 35 | 39 |
| Humano | 23 | 32 a 34 | 37 |
| Adulto | | | |
| Ovelha | -20 | 15 a 30 | 35 |
| Galinha | 15 | 18 a 28 | 32 |
| Bovino europeu | -10 | -1 a 16 | 27 |
| Bovino Indiano | 0 | 10 a 27 | 35 |
| Coelho | 10 | 15 a 25 | 30 |
| Caprino | -20 | 20 a 30 | 34 |

Fonte: Hafez (1973) e Curtis (1981), adaptada por Azevêdo; Alves, 2009.

Swenson e Reece (1996), apontam que os bovinos leiteiros apresentam uma faixa de temperatura corporal ótima entre 38°C a 39,3°C para o desempenho de suas atividades sem demasiado gasto de energia.

Sabe-se que para proporcionar o conforto térmico aos bovinos, podem ser aceitos alguns comportamentos como: a procura por sombra, aumento do consumo de água, redução na ingestão de alimento, ficar em pé ao invés de se deitar, elevar a frequência respiratória, produção de saliva em grande quantidade, aumento da sudorese e a vasodilatação periférica (SOUZA JUNIOR, 2009).

As raças zebuínas são mais tolerantes ao calor quando comparadas às raças taurinas, devido, ao processo evolutivo destas raças, que proporcionou o aparecimento de alelos referentes a tolerância, com habilidade termorregulatória superior em decorrência da taxa metabólica mais baixa, bem como da maior capacidade de perda de calor para o ambiente (HANSEN, 2004). No entanto, McManus *et al.* (2009a) mencionam que raças taurinas também podem agregar capacidade adaptativa às condições tropicais, como ocorre com diversas raças

naturalizadas brasileiras, que se adaptaram ao ambiente por meio da seleção natural durante séculos.

A adaptabilidade dos zebuínos está associada à menor produção de calor metabólico, logo a melhor capacidade de termólise uma vez que, os mesmos apresentam um grande número de glândulas sudoríparas, o que amplia a facilidade de perder calor e por isso, são mais tolerantes a elevadas temperaturas do que as raças taurinas (SOUZA, 2015).

3 ESTRESSE

Situações de estresse térmico acontecem quando quaisquer combinações de condições ambientais ocorrem: temperatura e umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento, e podem vir a tornar a temperatura efetiva do ambiente mais elevada que a faixa de temperatura da zona termoneutra do animal (BOHMANOVA; MISZTAL; COLE, 2007).

O estresse é decisivo acerca da soma de mecanismos que o organismo desempenha em resposta a algum agente estressor ou agressor, externo ou interno para manter a homeostase do corpo, podendo ser de respostas comportamentais ou fisiológicas (BACCARI, 1998).

O calor, frio, fome, sede, infecções, ambiente e manejo inadequado, são alguns fatores estressantes para os animais (SILANIKOV, 2000). As condições ambientais complementadas pela alta produção de calor metabólico acabam resultando em calor corporal excessivo, e caso seja impossível para o animal eliminar esse excedente para o ambiente, o resultado é o estresse térmico por calor (PIRES, 2006). Segundo McManus *et al.* (2009b), o estresse por calor é o mais relevante na redução da produtividade e do desenvolvimento animal.

O estresse térmico pode ser observado tanto nas alterações fisiológicas do animal, quanto no comportamento. Os sinais fisiológicos em bovinos leiteiros em estresse por calor são: a vasodilatação periférica, aumento na taxa de produção de suor, aumento da frequência respiratória, entre outros (LALONI, 2004). A alteração do comportamento dos animais é definida principalmente como: redução do tempo e frequência de alimentação e diminuição do consumo de matéria seca em cada refeição (GRANT; ALBRIGHT, 2001).

Os bovinos preferem ruminar deitados, com o peito junto ao solo. Os animais que estão passando por um estresse preferem fazer a ruminação em pé, para assim facilitar a perda de calor (DAMASCENO *et al.*, 1999). Outro grande efeito do estresse térmico é a dificuldade de detecção de cio, o que acarretará em prejuízo para o produtor, pois o animal levará mais tempo para entrar na produção (MORELLI, 2009).

De acordo com Nobre (2013), às formas evaporativas de perder calor por respiração e sudorese são as mais eficientes. Segundo os autores, fatores como: umidade do ar, temperaturas elevadas e radiação solar são os principais agentes causadores de estresse térmico por calor ou frio nos animais.

Os bovinos sob situação de estresse têm suas atividades comprometidas, o que acarreta alterações sobre o consumo de alimento e água, desenvolvimento, produção de leite e reprodução, bem como afeta seu comportamento (atividades físicas, postura corporal, busca por sombra). É adequado ressaltar que as vacas de maior produção são mais suscetíveis ao estresse por calor em virtude da maior produção de calor decorrente do aumento da ingestão de alimentos para atender à elevada demanda de produção (AZEVEDO; ALVES, 2009).

3.1 Estresse nas instalações

Segundo Carrasco e Van de Kar (2003), as mudanças que ocorrem no meio em que o animal está inserido podem levar a desequilíbrios que ocorrem de forma individual em cada animal.

Malheiros e Konrad (2019) observaram que a produção de leite de vacas confinadas no sistema *free stall* foram em média 40% superiores a produção dessas mesmas vacas em sistema de semi-confinamento. Além disso, indicaram maiores índices de conforto térmico em função do sistema implantado.

Diferentemente, Faria *et al.* (2008) determinaram que as condições microclimáticas de um galpão *free stall* estavam acima das recomendações, pois através das análises realizadas, confirmaram diferentes microclimas dentro do galpão fechado. O que significa que os animais não se encontravam em conforto térmico.

Valente (2019) avaliou as condições microclimáticas de galpões *compost barn* e verificou que nas condições em estudo, as temperaturas médias diárias estavam compreendidas dentro da modesta zona de conforto e, em alguns casos, encontrava-se superiores a temperatura máxima indicada. Isto ocorreu tanto para galpões abertos

como fechados. No entanto, as temperaturas apresentadas pelos galpões abertos foram levemente superiores aos galpões fechados.

Mota *et al.* (2020) avaliaram a influência da estação do ano sobre o conforto térmico dos animais em sistema *compost barn* e não encontraram diferença significativa entre as estações avaliadas, indicando assim bom controle das condições microclimáticas dentro do galpão. Neste experimento, os animais encontraram-se em conforto térmico e bom desempenho produtivo.

Das alternativas para amenizar o estresse térmico de acordo com Silva *et al.* (2012), estabelecer modificações no ambiente em que o animal é submetido é um dos métodos mais eficientes para se ter um controle ou combater os efeitos do estresse térmico. Sendo dois princípios: modificação no ambiente e no manejo nutricional.

Em contrapartida, os efeitos na produção são diversos: redução da produtividade do rebanho e perdas produtivas, gerando uma grande perda econômica para o produtor (BILDY *et al.*, 2009).

4 SISTEMAS DE CONFINAMENTO

Os sistemas de confinamento surgiram como uma alternativa para uma maior produtividade por se ter maior controle das condições ambientais no alojamento dos animais, devido a isto, consegue-se uma produção constante durante todo o ano (PERISSINOTTO, 2009).

Uma característica deste sistema, é que a alimentação é fornecida exclusivamente no cocho. Os rebanhos são compostos em especial, por animais mestiços de sangue holandês e zebu, mas também há produtores que optam por animais puros de raças taurinas e raças zebuínas (ASSIS, 2005; COSTA, 2022).

Independentemente de qual tipo de instalação é utilizada em uma criação, sempre haverá vantagens e desvantagens. As mesmas devem ser bem dimensionadas e manejadas, para garantir aos animais, conforto e higiene para expressarem seu potencial produtivo (COSTA, 2022).

Devido a muitas recomendações para galpões com área de cama, pesquisadores e até engenheiros buscaram caminhos diferentes para mudarem esse modelo. Com isso, criou-se o *free stall*, que rapidamente se espalhou pelos países (MISA, 2007).

Em Minnesota surgiu um sistema chamado *compost barn*. O mesmo surgiu devido à procura de produtores da região por um sistema que tivesse um foco para o bem-estar dos animais e que fossem mais sustentáveis (HERRERO, 2012), foi criado em meados da década de 1980, mas apenas em 2001 começou a ganhar apreciadores em maior proporção (BRIGATTI, 2014).

Quando mantidos em confinamento, o BEA pode ser afetado pela falta de conhecimento acerca das características biológicas do animal, o que tem gerado sistemas de confinamento com espaços limitados e construídos com material de superfície dura, que geram principalmente desconforto e prejudicam o ato de caminhar (SOARES *et al.*, 2019).

4.1 Free Stall

O sistema *free stall* tornou-se popular quando alguns criadores particulares o implantaram com sucesso no Brasil a partir dos anos 1980. A EMBRAPA construiu um confinamento do tipo, para mostrar sua viabilidade aos produtores (CAMARGO, 1993). O mesmo autor define o *free stall* como confinamento com área de repouso individual, no qual, o repouso dos animais é feito em baias individuais de livre acesso, todo o piso que é destinado à movimentação dos animais é concretado e o cocho de alimentação pode ou não ser coberto.

Os animais ficam soltos em uma área cercada e dentro de um galpão que possui ventiladores e aspersores de água (Figura 4). Geralmente são divididos em duas partes, uma onde ficam as baias individuais e outra onde os animais podem se exercitar e alimentar, a área de ordenha fica em um anexo próximo ao galpão (ARAÚJO, 2022).

O sistema *free stall* se tornou muito popular entre os produtores, em razão do seu manejo, ou seja, enquanto as vacas não estão sendo ordenhadas, elas podem ficar se movimentando livremente em um espaço aberto com chão de terra ou concreto e tem acesso fácil à alimentação (MOTA *et al.*, 2017).

Figura 4 - Sistema de confinamento *Free stall*.



Fonte: Educapoint, 2018.

Head (1996) afirma que uma das funções mais importantes de instalações do tipo *free stall* é a de deter a radiação solar, assim reduzindo a carga térmica no animal e permitindo o manejo adequado para ajudá-lo a manter homeotermia, logo, oferecendo conforto para que o consumo de alimentos seja maximizado. As instalações adequadas permitem manter animais saudáveis e com mínimo de estresse.

Alguns pontos devem ser observados na construção desse tipo de sistema: a declividade do telhado, o tipo de telha, a altura do pé direito, o espaço/animal, o tipo de piso e ranhura, a largura de corredores e etc. A instalação deve ser planejada de forma correta, pois deve permitir o máximo de conforto, uma movimentação tranquila e sua contenção prática e rápida, além de permitir a expansão para um número maior de animais (MOTA *et al.*, 2017).

O tamanho para as baias do sistema *free stall*, deve ter total relação com o tamanho da vaca (Tabela 3). Campos *et al.* (2004) consideram que o comprimento deve ser o mínimo para que o animal, ao deitar-se, permaneça com o úbere e as pernas totalmente dentro do espaço, enquanto os dejetos devem estar voltados para o corredor de limpeza ou serviço.

Tabela 3 - Dimensões para baias no sistema *Free stall*.

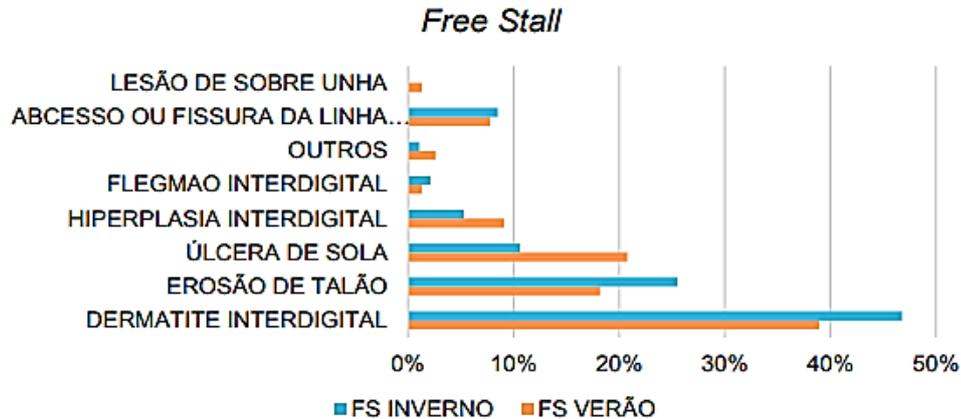
| Peso da vaca kg | Largura cm | Comprimento cm | Altura cm |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| 365-454 | 100 | 183 | 100 |
| 454-500 | 107 | 198 | 102 |
| 500-545 | 112 | 208 | 104 |
| 545-682 | 117 | 213 | 112 |
| >685 | 122 | 228 | 112 |

Fonte: Adaptado de Mota, 2017.

Cecchin *et al.* (2014) estudaram o uso de camas nas baias, equiparando o uso de colchão de borracha e de areia no recobrimento, e verificaram que houve maior preferência dos animais pela cama de areia para os comportamentos deitado em ócio deitado ruminando, sendo que as vacas estiveram por mais tempo deitadas em cama de borracha apenas nos períodos mais frescos.

Salvador (2018) em seu estudo, observou que as afecções podais juntamente com a mastite foram as enfermidades mais frequentes. Em média 20% dos animais mantidos no *free stall* apresentaram sinais de claudicação evidentes. Almeida (2020) realizou um estudo em relação a distribuição das lesões podais em animais claudicantes no verão e no inverno nos sistemas *free stall* e *compost barn*. A porcentagem de animais que apresentaram mais lesões, foi maior no sistema *free stall*, com maiores incidências no inverno. Já a principal afecção podal que mais apresentou ocorrência, foi a dermatite interdigital em ambos os períodos. No período do inverno também foi observado uma maior incidência de erosão de talão e no período do verão destacou-se a úlcera de sola (Figura 5).

Figura 5 - Incidência e classificação de lesões podais em vacas confinadas em sistema *Free stall* nos períodos de inverno e verão.



Fonte: Almeida, 2020.

Araujo (2001) destacou algumas vantagens e desvantagens do sistema *free stall*. Como vantagens: fácil mecanização, animais se exercitam todos os dias e boa organização de manejo. E como desvantagens: pouca atenção individual, custo de construção alto, maior competição e vacas mais sujas por ter falha no manejo de limpeza.

4.2 Compost Barn

O *Compost Barn* apresenta características que o tornam favorável na melhoria do bem-estar de vacas leiteiras (SOARES *et al.*, 2019).

É um sistema de confinamento no qual, proporciona para os animais mais autonomia para se movimentarem e mais conforto para que deitem de forma mais natural possível (ECKELKAMP *et al.*, 2016; ENDRES; BARBERG, 2007). Proporciona maior tempo de vida, um ambiente confortável, seco e seguro o ano todo para as vacas (DAMASCENO, 2012).

A instalação consiste em um galpão, cuja área de descanso é coletiva e revestida por uma cama (Figura 6), sendo a área de alimentação e bebedouros separados da área de repouso por uma parede ou um degrau de elevação, e com sistema de ventilação (OFNER-SCHRÖCK *et al.*, 2015).

Figura 6 - Galpão de *Compost barn*.



Fonte: Autora, 2022.

A temperatura interna da cama deve manter-se entre 54 e 65°C (SILANO; SANTOS, 2013) e a umidade de 40 a 60% (BEWLWY *et al.*, 2012). É de extrema importância o revolvimento da cama por pelo menos duas vezes ao dia e que seja durante a ordenha, pois, os animais não estarão presentes, usando um escarificador a uma profundidade de 18 a 24 cm. Assim se mantém um ambiente aeróbico, melhorando então a atividade biológica das bactérias benéficas, gerando calor e consequentemente, retirando a umidade e mantendo a superfície da cama seca (ENDRES, 2009; BARBERG *et al.*, 2007). Este manejo é essencial para evitar o acúmulo de umidade, a compactação e para incorporar o oxigênio na cama, proporcionando o aumento na decomposição aeróbica dos dejetos e mantendo a superfície confortável para os animais (JANNI *et al.*, 2007).

A reposição do material da cama pode ser feita a cada duas a cinco semanas, o que vai definir esse tempo serão as condições meteorológicas e densidade animal utilizada. O espaço por vaca precisa aumentar em 0,91 m² acima de 22,7 kg leite dia, devido se ter maior ingestão de alimentos e água, consequentemente, maior produção de urina e dejetos (BEWLWY *et al.*, 2012). O material composto pode ser retirado após um ano, e em seguida, ser utilizado como adubo na lavoura.

A respeito das instalações em *compost barn*, são considerados um conjunto de pontos significativos para que se alcance o ambiente ideal, com condições que possibilitem aos animais a expressão do comportamento comum de seu habitat

natural, aliado com a produtividade. O conjunto de instruções técnicas foram sintetizadas por Caldato (2019), onde:

Área/animal: A área de cama/animal é alterada de acordo com a fase do animal abrigado, sendo que são necessários de 10 a 15 m² por animal na fase de lactação, 10 a 12 m² por animal para vacas secas, 15 m² por animal para animais em pré-parto e 8 m² por animal para novilhas.

Cama: Deve ter altura ou profundidade de 0,30 a 0,45 m. O material da cama deve ser recolocado de 6 meses a 1 ano, de acordo com a necessidade do manejo adotado.

Comedouro: Pode ser instalado de um ou dois lados do galpão, deve-se considerar 0,8 m linear/vaca, sejam lactantes ou secas, 1 m linear/vacas no pré ou pós-parto e 0,4 m linear para novilhas.

Bebedouro: Os bebedouros devem ser instalados obrigatoriamente fora da área da cama, recomendando-se 0,06 m lineares/animal em lactação e profundidade de 0,20 m, com vazão de 1l/ segundo.

Pista de alimentação: Deve ser concretada com largura de 4,5 m permitindo que os animais comam e bebam de forma simultânea, a inclinação indicada é de 0,5% para facilitar a limpeza dos dejetos, uma vez que "cerca de 20 a 25% do volume de urina e fezes são retidos neste local".

Beiral: Deve proteger o alimento e a cama da entrada da água da chuva, tendo 2 m e 4 m de largura, em localidades com menor e maior índice pluviométrico, respectivamente.

Pé direito: Indica-se que a altura do pé direito seja de 4 m para favorecer a circulação de ar no interior da estrutura.

Cobertura: São mais utilizadas as telhas de zinco, considerando a durabilidade e a facilidade de instalação. O telhado deve ter inclinação mínima de 30%, presença de lanternim coberto, com altura de 20 cm para promover a saída do ar quente e evitar a entrada de água da chuva, com largura proporcional a largura do telhado, sendo 5 cm de abertura para cada 3 m de telhado.

Ventilação: A ventilação deve possibilitar que a umidade da cama apresente índices de 40 a 60%, podendo optar entre ventilação aberta natural, ventilação aberta natural aliada a ventiladores e aspersores e ainda, ventilação fechada com sistema em túnel de vento.

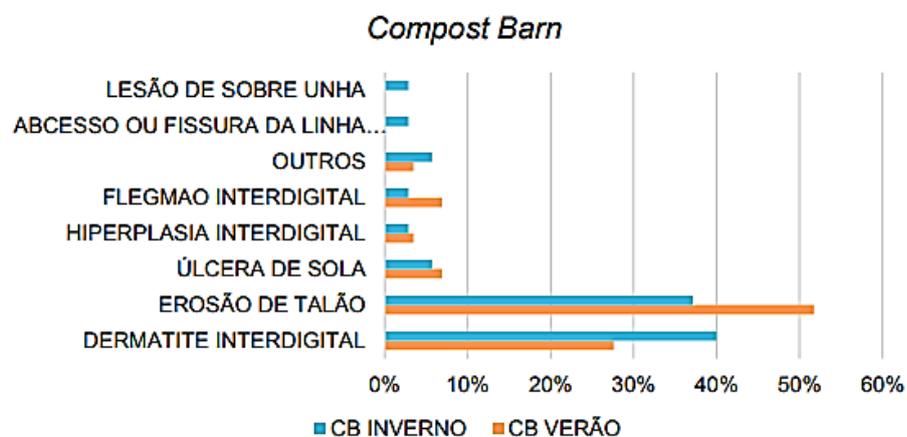
Manejo cama: A cama deve passar por no mínimo dois revolvimentos diários para a incorporação de fezes e urina, além da aeração na camada de 18 a 25 cm de profundidade.

Barberg *et al.* (2007), descrevem que o principal material utilizado para cama é a serragem. Já para Bewlwy *et al.* (2012), a maravalha seca ou a serragem preferencialmente de pinus ou outras madeiras macias são as mais recomendadas para utilizar na cama. No entanto, a serragem somente funcionará adequadamente, quando o teor de umidade ao ser adicionada à cama for menor que 18%, pois, quando verde é quase sempre úmida e pode conter bactérias.

Carvalho *et al.* (2015) trabalhando com diferentes tipos de materiais para cama no *compost barn*, notaram que as vacas permaneceram maior tempo sobre a cama com material composto somente por maravalha, demonstrando que o mesmo proporciona maior conforto. Por fim, enfatizaram que o material ideal para cama em sistema *compost barn* deve ser seco, processado com partícula menor que 2,5 cm de comprimento e boa capacidade de retenção e absorção de água.

Almeida (2020) identificou que em relação à classificação das afecções podais dos animais, houve altas porcentagens tanto no verão quanto no inverno, em relação a erosão de talão, com destaque no período do verão, e a dermatite interdigital também com altas porcentagens no mesmo período, destacando-se no inverno (Figura 7).

Figura 7 - Incidência e classificação de lesões podais em vacas confinadas em sistema *Compost barn* nos períodos de inverno e verão.



Fonte: Almeida, 2020.

No mesmo estudo, Almeida (2020) avaliou a incidência de mastite clínica, onde a mesma se mostrou maior no sistema *free stall*, sendo que, entre os animais que não

apresentaram mastite, a maioria é do sistema *compost barn*. Os resultados são similares a Eckelkamp *et al.* (2016), que encontraram uma maior incidência de mastite clínica dos graus moderado e grave em vacas alojadas em sistema *free stall*. No estudo realizado por Barberg *et al.* (2007), 67% das fazendas que migraram para o sistema de *compost barn* obtiveram redução nas taxas de mastite.

Brito (2016), destaca que, um fator que pode ajudar na diminuição da mastite é o maior conforto proporcionado pela instalação e a redução do estresse com o aumento do espaço e a diminuição da competição ao se deitarem.

Endres e Barberg (2007) avaliaram o comportamento através das interações sociais, e viram que o *compost barn* é um sistema adequado para as vacas leiteiras. Entre os benefícios da utilização do *compost barn* estão: o aumento do conforto e longevidade do rebanho, a facilidade de manejo diário e menor prevalência de claudicação e lesões de pata, em relação ao sistema *free stall* (BARBERG *et al.*, 2007), aumento da detecção de cio, aumento da produção, menos odor e moscas (BEWLWY *et al.*, 2012).

Outro aspecto positivo e muito importante do *compost barn*, é que o investimento inicial é menor quando se compara ao sistema *free stall*, no entanto, o custo operacional é maior (BEWLWY *et al.*, 2012; BLACK *et al.*, 2013).

Para Barberg *et al.* (2007) o sistema de *compost barn* bem gerido, com manejo adequado da cama e um bom sistema de ventilação natural e mecânica, tem um potencial elevado em proporcionar bem-estar às vacas confinadas. Os mesmos autores ainda indicam que há melhoria nos índices de mastite e da higiene, que são os principais benefícios do sistema em relação ao BEA.

Como desvantagens do *compost barn*, pode-se apontar que quando não existe um bom manejo da cama e nem um bom sistema de ventilação, os animais podem apresentar desconforto e terem seu bem-estar comprometido, refletindo na produção, e logo, no lucro da atividade (MILANI; SOUZA, 2010).

Antes de se iniciar um projeto para instalar algum sistema de confinamento, deve-se levar em conta a região no qual se está inserido, pois alguns resultados podem não fazer efeito devido ao clima diferente do que foi estudado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de confinamento do tipo *compost barn* se mostra cada vez mais benéfico para a criação de vacas leiteiras, pois proporciona bem-estar e conforto térmico, e contribui na diminuição de estresse. Porém os custos para o sistema devem ser bem estudados, afim de avaliar se compensa a instalação do mesmo.

A preocupação com o bem-estar animal está cada vez mais em ascensão, produtores estão buscando cada vez mais conhecimentos para tal e assim melhorarem a vida dos seus animais e sua produção. Fornecer instalações que proporcionem conforto térmico deve ser um dos principais requisitos para se iniciar uma criação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. T. de. Efeito da claudicação sobre a produção de leite e a CCS de vacas holandesas alojadas em Free Stall e Compost Barn no sul e sudoeste de Minas Gerais. 2020.
- ALVES, F. V.; SILVA, V. P. da; KARVATTE JUNIOR, N. Bem-estar animal e ambiência na ILPF. **Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.
- ARAUJO, A. P. de. **Estudo comparativo de diferentes sistemas de instalações para produção de leite tipo B, com ênfase nos índices de conforto térmico e na caracterização econômica**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2001.
- ARAÚJO, T. C. S. Influência do Free-stall na produção de vacas leiteiras. 2022.
- ASSIS, A. G. de; STOCK, L. A.; CAMPOS, O. F. de; GOMES, A. T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M. R. Sistemas de produção de leite no Brasil. **Embrapa Gado de Leite-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2005.
- AZEVÊDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2009.
- BACCARI JUNIOR, F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. **Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, Piracicaba**, p. 24-67. 1998.
- BAËTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. **Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa**, 1997.
- BRASIL, Banco do. Bovinocultura de Leite. **Desenvolvimento regional sustentável. Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas**, v. 1. 2010.
- BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. Compost dairy barns in Minnesota: A descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, p. 231-238, 2007.
- BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; RENEAU, J. K. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 3, p. 1575-1583. 2007.
- BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; MAIA, A. S. C. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n. 2, p. 350 – 359. 2007.

BEWLEY, J. M.; TARABA, J. L.; DAY, G. B.; BLACK, R. A.; DAMASCENO, F. A. Compost bedded pack barn design features and management considerations. **Cooperative Extension Publ. ID-206, Cooperative Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington KY**. 2012.

BILBY, T. R.; TATCHER, W. W.; HANSEN, P. J. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. **XIII CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS**, p. 59-71. 2009.

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

BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLE, J. B. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 4, p. 1947-1956. 2007.

BRAGA, J. S.; MACITELLI, F.; LIMA, V. A. de; DIESEL, T. O modelo dos "Cinco Domínios" do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 19, n. 2. 2018.

BRIGATTI, A. M. Compost Barn e a produtividade leiteira. 2014.

BRITO, E. C. **Produção Intensiva de Leite em Compost Barn: Uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade**. 2016. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2016.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British veterinary journal**, v. 142, n. 6, p. 524-526. 1986.

BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. **Stress and animal welfare**. London: Chapman & hall. 1993.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e aspectos principais. **Archive Veterinare Science**, v. 9, p. 1-11, 2004.

CALDATO, E. M. R. Manual técnico de construção e manejo de Compost Barn para vacas leiteiras. 2019.

CAMARGO, A. C. de. Confinamento em " free stall". 1993.

Campos, A. T.; Klosowski, E. S.; Santos, W. B.; Gasparino, E.; Campos, A. T. Caracterização do microambiente em secção transversal de um galpão do tipo " free-stall" orientado na direção norte-sul. **Engenharia Agrícola**, v. 24, p. 1-8. 2004.

CARRASCO, G. A.; VAN DE KAR, L. D. Neuroendocrine pharmacology of stress. **European journal of pharmacology**, v. 463, n. 1-3, p. 235-272, 2003.

CARVALHO, N. S. de et al. Avaliação comportamental de vacas Holandesas mantidas em diferentes camas de Compost barn. **In: Congresso Brasileiro de Zootecnia**, 25.,2015, Fortaleza. 2015.

CARVALHO, G. R.; ROCHA, D. T. da. Auário Leite 2022: pecuária leiteira de precisão. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. 114 p. **Biblioteca(s): Embrapa Gado de Leite**, 2022.

Cecchin, D.; Campos, A. T.; Pires, M. D. F.; Lima, R. R. D.; Yanagi Junior, T.; Souza, M. Avaliação de diferentes materiais para recobrimento de camas em baias de galpão modelo free-stall. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 109-115. 2014.

COSTA, I. E. C. da; Ferrer, D. M. V.; PINHEIRO JUNIOR, A. A.; SILVA, R. S. T. da; STURM, B. R.; MARTINS, A. V. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA INTENSIVO NA CRIAÇÃO DE BOVINO LEITEIRO EM UMA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DO CARMO/RJ–RELATO DE CASO. **Revista de Medicina Veterinária do UNIFESO**, v. 2, n. 01, 2022.

DAMASCENO, J. C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 709-715. 1999.

DAMASCENO, F. A. Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model. 2012.

DEVRIES, T. J.; VANKOVA, M.; VEIRA, D.M.; KEYSERLINGK, M. A. G. von. Usage of mechanical brushes by lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 5, p. 2241-2245, 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.

EDUCAPOINT. **Pisos no free-stall: uma questão de segurança | Blog**. Disponível em: <<https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-leite/pisos-no-free-stall/>>. Acesso em: 16 nov. 2022.

ENDRES, M. I.; BARBERG, A. E. Behavior of dairy cows in an alternative bedded-pack housing system. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 9, p. 4192-4200. 2007.

ENDRES, M. I. Compost bedded pack barns—can they work for you. **WCDS Advances in Dairy Technology**, v. 21, p. 271-279. 2009.

FARIA, F. F. de; MOURA, D. J. de; SOUZA, Z. M. de; MATARAZZO, S. V. Variabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2498-2505, 2008.

GARCIA, P. R. **Sistema de avaliação do bem-estar animal para propriedades leiteiras com sistema de pastejo**. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil. 2013.

GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 84, p. E156-E16. 2001.

GRINDE, B. A Biological Perspective on Musical Appreciation. **Nordic Journal of Music Therapy**. 9 (2), pp. 18-27. 2000.

HANSEN, P. J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**. v. 82 – 83, p. 349 – 360. 2004.

HEAD, H. H. Manejo de animais em sistema de estabulação livre visando maximizar conforto e produção. In: **Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro- Conceitos Modernos de Exploração Leiteira**. FEALQ, Piracicaba. 1996.

HERRERO, N. Produzir muito leite com Simental e Cruzamentos. **Balde Branco**, p. 28-31. 2012.

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.

KARVATTE, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R.G. de; MESQUITA; E. E.; ALVES, F. V.; OLIVEIRA, C. C. de. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International journal of biometeorology**, v. 60, n. 12, p. 1933-1941, 2016.

LALONI, L. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M.; PEREIRA, D. F.; PINHEIRO, M. G. Índice de previsão de produção de leite para vacas Jersey. **Engenharia Agrícola**, v. 24, p. 246-254. 2004.

LAMBERTES, T. S. **Ambiente térmico, comportamento e bem-estar de vacas leiteiras em sistema compost barn**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019.

LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. **Tropical animal health and production**, v. 48, n. 4, p. 755-761. 2016.

MALHEIROS, C. S.; KONRAD, P. A. Implantação e manejo do sistema de compost barn para vacas leiteiras. **Ciência & Tecnologia**, v. 3, n. 1, p. 66-73, 2019.

MAPA, Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Folder Bem-estar Animal no Brasil - Português (Brasil)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/arquivos->

publicacoes-bem-estar-animal/folder-bem-estar-animal-no-brasil-versao-portugues.pdf/view>. Acesso em 12 out. 2022.

MARTELLO, L. S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em free-stall**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2006.

MCMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L. C. B.; PAIVA, S. R. Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, n. 1, p. 95-101. 2009a.

MCMANUS, C.; PRESCOTT, E.; PALUDO, G. R.; BIANCHINI, E.; LOUVANDINI, H.; MARIANTE, A. S. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. **Livestock Science**, v. 120, n. 3, p. 256-264. 2009b.

MELLOR, D. J.; REID, C. S. W. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. 1994.

MELLOR, D. J.; BEAUSOLEIL, N. J. Extending the 'Five Domains' model for animal welfare assessment to incorporate positive welfare states. **Anim. Welf**, v. 24, n. 3, p. 241. 2015.

MILANI, A. P.; SOUZA, F. A. de. Granjas leiteiras na região de Ribeirão Preto-SP. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 742-752. 2010.

MISA. **Dairy Your Way**. The Minnesota Department of Agriculture. 1-106. 2007

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos- Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1. 2005.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: qual é a novidade. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, n. 2, p. 224-226. 2007.

MORELLI, P. **Estresse término na reprodução de vacas leiteiras**. Monografia – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2009.

Mota, V. C.; Campos, A. T.; Damasceno, F. A.; Resende, E. A. M.; Rezende, C. P. A.; Abreu, L. R. de; Vareiro, T. Confinamento para bovinos leiteiros: Histórico e características. **Pubvet**, v. 11, p. 424-537. 2017.

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**, v. 23, n. 1, p. 1-9, 2020.

NEWBY, N. C.; DUFFIELD, T. F.; PEARL, D. L.; LESLIE, K. E.; LEBLANC, S. J.; KEYSERLINGK, M. A. G. von. Use of a mechanical brush by Holstein dairy cattle around parturition. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 4, p. 2339-2344, 2013.

NOBRE, I. S. Efeito de diferentes níveis de concentrado e de inclusão de gordura protegida na dieta sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. 2013.

OFNER-SCHRÖCK, E.; ZÄHNER, M.; HUBER, G.; GULDIMANN, K.; GUGGENBERGER, T. Compost barns for dairy cows - Aspects of animal welfare. **Open Journal of Animal Sciences**, v. 5, n. 02, p. 124. 2015.

OLTRAMARI, C. et al. Utilização de coçadores como melhoria de bem-estar de vacas leiteiras. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. Salvador. [Anais...]. 2010.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F.; SOUZA, S. R. L. de; LIMA, K. A. O. de; 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, p. 1492-1498, 2009.

PINHEIRO, G. F. Importância de promover o bem-estar animal na produção de bovinos leiteiros. 2021.

PIRES, M. Manejo nutricional para evitar o estresse calórico. **Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. 2006.

Portaria n 524-2011.pdf — Português (Brasil). Disponível em:

<<https://www.gov.br/mme/pt-br/acao-a-informacao/legislacao/portarias/2010/portaria-n-524-2011.pdf/view>>. Acesso em: 01 nov. 2022.

RANKRAPE, F. **Comportamento e termorregulação de vacas leiteiras em sistema de confinamento compost barn**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.

ROCHA, D. T. da; CARVALHO, G. R.; RESENDE, J. C. de. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. **Embrapa Gado de Leite-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2020.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B. de; 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. 02, p. 14-22. 2010.

RUDACILLLE, D. The scalpel and the butterfly: The conflict between animal research and animal protection. **Berkeley: University of California Press**. 389p. 2000.

SALVADOR, S. H. M. Problemas podais em bovinos leiteiros: um estudo de caso em sistema de produção free-stall. 2018.

SANTOS, T. L. S.; GONÇALVES, L. F.; PAULA, L. C. DE; GOMIDE, A. P. C. **Enriquecimento ambiental para vacas leiteiras | MilkPoint**. 2020. Disponível em:

<<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/enriquecimento-ambiental-para-vacas-leiteiras-221719/>>. Acesso em: 17 dez. 2022.

SCHUKKEN, Y. H.; YOUNG, G. D. Field study on milk production and mastitis effect of the DeLaval Swinging Cow Brush. **DeLaval Swinging Cow Brush Study Final Report**. DeLaval, Tumba, Sweden, 2009.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock production science**, v. 67, n. 1-2, p. 1-18. 2000.

SILANO, C.; SANTOS, M. V. dos. Você sabe o que é um compost barn?. **Revista Leite Integral**, v. 6, n. 46, p. 40-43. 2012.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. Nobel. 2000.

SILVA, J.C.P.M.; VELOSO, C. M.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, A. S. Bem-estar do Gado Leiteiro. 1. **Ed. Viçosa: Aprenda Fácil**. 2012.

SOARES, A. A.; CAETANO, W. F.; FRANZOSI, P.; SILVA, J. S. da; ZORZI, L. Influência do Compost Barn no Conforto e no Bem-Estar de Vacas Leiteiras. **Bem-estar animal em diferentes espécies**. Ponta Grossa - Paraná. Atena Editora. n. 7, p. 38-41. 2019.

SOUZA JUNIOR, M. D. **Características de Adaptabilidade em Bovinos de Corte**. Revisão Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/PPG Ciência Animal. Mato Grosso do Sul .23f. 2009.

SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 3, p. 06-10. 2012.

SOUZA, B. B.; BATISTA, J. N.; BORGES, L.D.; LIMA, L. A.; SILVA, E. M. N. da. Termorregulação em ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 39-46. 2015.

SOUZA, J. A. de. Ambiente térmico, termorregulação e bem-estar de bovinos leiteiros. 2021.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. DUKES. **Fisiologia dos animais domésticos**, 11 ed, Guanabara Koogan. 1996.

VALENTE, D. A. Análise comparativa da produtividade de bovinos de leite confinados em diferentes tipologias de galpões tipo Compost Barn. 2019. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Agrícola e Ambiental - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2019.