

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA  
CURSO DE ZOOTECNIA

**O SISTEMA DE PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM  
*COMPOST BARN* E SEU REFLEXO NO BEM-ESTAR**

Acadêmica: Letícia Cardoso Ribeiro

Orientadora: Profa. Dra. Delma Machado Cantisani Pádua

Goiânia – Goiás

2024



**LETÍCIA CARDOSO RIBEIRO**



**O SISTEMA DE PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM  
*COMPOST BARN* E SEU REFLEXO NO BEM-ESTAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia, junto ao Curso de Zootecnia da Escola de Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientadora: Profa. Dra. Delma Machado Cantisani Pádua

Goiânia – GO  
2024



LETÍCIA CARDOSO RIBEIRO



## O SISTEMA DE PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM COMPOST BARN E SEU REFLEXO NO BEM-ESTAR

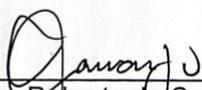
Monografia apresentada à banca avaliadora em 03/12/2024 para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto a Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Conceito final obtido pela aluna: APROVADA

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** DELMA MACHADO CANTISANI PADUA  
Data: 10/12/2024 08:38:25-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Profa. Dra. Delma Machado Cantisani Pádua  
(Orientadora)



---

Prof. Dr. Roberto de Camargo Wascheck  
PUC - GO

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MARCELO FERNANDES DOS SANTOS  
Data: 10/12/2024 12:20:14-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Prof. M.e Marcelo Fernandes dos Santos  
PUC-GO

### **DEDICO**

Dedico essa monografia a minha mãe Rosilene, a meu pai Valdo Antônio e a meu namorado Rômulo que muito fizeram para eu realizar mais esse sonho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida e por permitir a realização de mais esse sonho, que sempre esteve presente nos mínimos detalhes dessa trajetória.

Agradeço à minha família, que sempre me incentivou e apoiou nesta formação. Em especial à minha mãe, minha base em todos os momentos, por seu apoio nas horas mais difíceis e por seu amor incondicional.

Ao meu namorado, Rômulo pela paciência e companheirismo, sempre me apoiando desde o início dessa caminhada, incentivando-me e acreditando que eu seria capaz de realizar este sonho.

À Pontifícia Universidade Católica de Goiás, pelo acolhimento, e aos professores, pela qualidade do ensino ao longo de todos esses anos. Aos docentes do curso de Zootecnia, que contribuíram ativamente para a minha formação, os meus sinceros agradecimentos.

À minha querida orientadora, Delma, pela paciência, dedicação e orientação inestimáveis durante a realização deste trabalho. Seus ensinamentos e sugestões valiosas foram fundamentais para a construção deste projeto.

Por fim, aos meus amigos do curso, o meu muito obrigado por tornarem esses cinco anos tão marcantes e cheios de aprendizado.

*“Quem acreditar, sempre alcança.”*

*Renato Russo*

**SUMÁRIO**

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE QUADROS.....	x
RESUMO.....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Fisiologia de bovinos em estresse térmico .....	3
2.2 Consequências do estresse térmico na produção de leite.....	8
2.2.1 Efeito do estresse térmico na reprodução .....	9
2.2.2 Efeito do estresse térmico sobre a qualidade do leite.....	12
2.3 Estratégias de manejo para mitigar o estresse térmico .....	14
2.3.1 O sistema <i>Compost barn</i> na bovinoculta de leiteira.....	15
2.3.2 Resfriamento e ventilação, e aspersão.....	18
2.3.3 Manejo da cama .....	22
2.3.4 Manejo nutricional .....	25
2.3.5 Água .....	29
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>31</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>32</b>
<b>5. APÊNDICE .....</b>	<b>38</b>

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA	Página
Figura 1- Representação dos limites do conforto térmico pela temperatura crítica inferior e temperatura superior. ....	5
Figura 2- Produção de leite conforme o nível de estresse térmico .....	9
Figura 3- Interferência do estresse térmico no sucesso reprodutivo de fêmeas bovinas. ....	11
Figura 4- Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para vacas de leite .....	13
Figura 5- Vacas leiteiras em sistema de produção Compost barn, em comportamento de repouso, e indicação de bem-estar. Sítio Tapir localizado em Itamogi-MG. ....	17
Figura 6- Vacas leiteiras em sistema de produção Compost barn, com destaque ao sistema de aspersão e ventiladores, na área de alimentação .....	21
Figura 7- Sistema de <i>Compost barn</i> , na área de espera para ordenha para resfriamento dos bovinos com ventilação e aspersão de água.....	21
Figura 8- Condições observadas em camas do Compost barn (A) Cama em condição ruim de alta umidade; (B) Cama em boa condição; (C) Teste manual de umidade; (D) Aferição da temperatura. ....	24
Figura 9- Gráfico, representado as fases do ciclo lactacional de vacas leiteiras. ....	27

**LISTA DE TABELAS**

TABELA	PÁGINA
Tabela 1- Conforto térmico de acordo com a classificação de bovinos. ....	7
Tabela 2- Escore de cocho em escala de 0 a 5 .....	28

**LISTA DE QUADROS**

QUADROS	PÁGINA
Quadro 1- Relação da frequência respiratória (FR) e da temperatura retal (TR) com nível de estresse de vacas de produção leiteira .....	6
Quadro 2- Consequência do estresse calórico .....	8

## RESUMO

O estresse térmico é um dos principais desafios enfrentados na produção de leite, especialmente em regiões com climas quentes, afetando a saúde, a produtividade e a reprodução das vacas leiteiras. Este trabalho objetiva revisar o impacto do estresse térmico em vacas leiteiras criadas em confinamento no sistema *Compost barn* e a eficácia desse sistema como estratégia para mitigar seus efeitos. Analisado os mecanismos de termorregulação em bovinos, os impactos do estresse térmico na produção e qualidade do leite, e propõe estratégias de manejo para mitigar esses efeitos. O manejo adequado da ventilação eficiente, e o resfriamento com a aspersão proporcionar um ambiente saudável e da cama. A implementação do sistema *Compost barn*, caracterizado por um ambiente amplo, ventilado e com material orgânico decomposto, é apresentada como uma alternativa viável para melhorar o bem-estar animal e aumentar a produtividade, reduzindo os impactos do estresse térmico. A revisão destaca que a renovação periódica da cama e o controle da umidade são medidas essenciais para o sucesso do sistema. Concluiu-se a importância de práticas de manejo que priorizem o bem-estar animal para garantir a sustentabilidade da produção leiteira, promovendo tanto a saúde do rebanho quanto a eficiência produtiva.

Palavras-chaves: produção de leite, conforto térmico, qualidade do leite, eficiência reprodutiva, mitigar estresse.

## 1. INTRODUÇÃO

No entanto, a eficiência produtiva dos rebanhos leiteiros pode ser severamente impactada por diversos fatores ambientais, dentre os quais o estresse térmico se destaca como um dos principais desafios, especialmente em regiões de clima quente. O estresse térmico ocorre quando os animais são expostos a condições ambientais adversas que excedem sua capacidade de dissipar calor, resultando em prejuízos significativos ao seu bem-estar, desempenho produtivo e reprodutivo. As vacas leiteiras, por sua alta taxa metabólica e produção de calor interna associada à lactação, são particularmente suscetíveis a esses efeitos, especialmente durante os meses de verão.

A produção leiteira é uma atividade de grande importância econômica e social, desempenhando papel crucial na alimentação humana e na geração de renda. O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores de leite no mundo, com uma produção anual que ultrapassa 34 bilhões de litros, abrangendo 98% dos municípios brasileiros. O setor é composto, em sua maioria, por pequenas e médias propriedades e gera cerca de 4 milhões de empregos, com mais de 1 milhão de fazendas leiteiras em atividade (BRASIL, 2024).

O estresse térmico é um desafio comum no manejo de vacas leiteiras em regiões tropicais e subtropicais, impactando negativamente a produção e alterando a composição do leite. Além disso, esse estresse leva à redução no consumo de alimentos e ao aumento da ingestão de água. A perda na produção de leite está relacionada a diversos fatores, como a umidade do ar, a velocidade do vento, a nutrição e outros aspectos de manejo (MELO et al., 2016). Esse fenômeno resulta em uma redução no consumo alimentar, queda na produção de leite e alteração na composição do leite, pois impacta negativamente o bem-estar animal. Tais consequências acarretam perdas econômicas substanciais para os produtores e podem afetar a sustentabilidade da atividade a longo prazo.

RADAVELLI (2018) destaca que o sistema *Compost barn* tem ganhado destaque entre os sistemas confinados, especialmente pelas características da área de cama. Essa área permite que os animais se movimentem livremente e diminui os problemas de locomoção, uma vez que oferece uma superfície de descanso macia e confortável. Além disso, a cama do *Compost barn* proporciona boa aderência e tração,

o que facilita os movimentos naturais dos animais, como deitar e levantar, promovendo o bem-estar e reduzindo o estresse físico dos bovinos.

O sistema de confinamento conhecido como *Compost barn* tem sido visto como uma alternativa viável para melhorar o conforto térmico dos animais. Ele é caracterizado por um ambiente amplo e ventilado, com cama composta por material orgânico, o que favorece a decomposição e a absorção dos dejetos, proporcionando um ambiente mais saudável e menos estressante para as vacas. Entretanto, mesmo em condições de confinamento mais confortáveis, a temperatura ambiente elevada pode continuar representando um desafio, exigindo o desenvolvimento de estratégias complementares para mitigar os efeitos do calor.

As vacas ideais para o sistema *Compost Barn* são aquelas que possuem boa produtividade e que se beneficiam da melhoria nas condições de bem-estar proporcionadas pelo sistema. Raças como Holandesa, Girolando e Jersey são frequentemente usadas, devido à sua alta produção de leite e são raças taurinas. A raça Gir também é utilizada e um raça zebuínas adaptada a clima quente.

O objetivo deste trabalho é discutir a relevância do sistema *Compost barn* como estratégia de manejo para a redução do estresse térmico em vacas leiteiras por meio de revisão de literatura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Fisiologia de bovinos em estresse térmico

A produção de leite no Brasil é um pilar do agronegócio, contando com a participação de pequenos, médios e grandes produtores. O estresse térmico afeta o consumo de alimentos e água, reprodução, produção de leite e comportamento dos bovinos. Diante do calor excessivo, os animais ativam mecanismos como vasodilatação, sudorese e aumento da frequência respiratória, sendo este o primeiro sinal visível de desconforto. Quando o calor excede a capacidade de dissipação, ocorre aumento da temperatura corporal, comprometendo a fisiologia e a produtividade (RESENDE et al., 2021).

O equilíbrio térmico ocorre quando o organismo mantém uma relação estável entre o ganho e a perda de energia, o que é essencial para a regulação da temperatura corporal. Contudo, isso só é possível em condições ambientais constantes e sem variações no nível de atividade do animal. Desta forma geral, os animais estão em contínua troca de calor com o ambiente, e a temperatura corporal reflete o equilíbrio entre os processos de produção e dissipação de calor, sendo essas trocas, fundamentais para garantir o conforto térmico, podem variar significativamente entre diferentes espécies e tipos de animais (TAKAHASHI et al., 2009).

A temperatura retal dos bovinos, idealmente entre 38 e 39°C, é um indicador importante de homeostase térmica. O aumento da temperatura retal e da frequência respiratória são sinais de estresse térmico reflete a insuficiência dos mecanismos de dissipação de calor, podendo ser usado como índice de adaptabilidade fisiológica (RESENDE et al., 2021).

A produção eficiente de leite está diretamente relacionada ao aumento do consumo de matéria seca, o que eleva o calor metabólico. Isso desequilibra o balanço térmico, especialmente em períodos de alta temperatura, umidade e radiação solar, causando estresse calórico nos animais. Quando a temperatura ambiente supera a zona de termoneutralidade, os animais enfrentam condições adversas que afetam sua saúde e produtividade (JIMENEZ, 2013).

De acordo com o JIMENEZ (2013), o estresse térmico aumenta a perda de calor por evaporação e reduz o metabolismo, com o objetivo de diminuir a produção

interna de calor. Os animais perdem calor por quatro vias: radiação, condução, convecção e evaporação, sendo que as três primeiras dependem de um gradiente térmico. No entanto, à medida que a temperatura ambiente se aproxima da temperatura da pele, a evaporação se torna a principal forma de dissipação de calor. Diferente dos humanos e equinos, os ruminantes transpiram menos, e, por isso, a evaporação ocorre principalmente pela respiração, o que causa taquipneia e diminui a ingestão de alimentos. Além disso, o estresse térmico altera o metabolismo dos ruminantes, impactando o sistema endócrino, com hormônios como ADH, prolactina, GH, tiroxina, glicocorticóides e aldosterona desempenhando papéis importantes na adaptação a essas condições.

O conforto térmico ocorre quando o animal mantém a temperatura corporal sem esforço extra, permitindo que sua energia seja direcionada para outras funções, o que melhora a produtividade. No entanto, variações de temperatura exigem ativação do sistema termorregulador, afetando a produção de leite e a reprodução. O estresse térmico causa aumento da frequência respiratória, um dos primeiros sinais visíveis, para promover a perda de calor. Assim, a regulação térmica é essencial para a saúde e produtividade dos animais (BERTONCELLI et al., 2013).

O processo de termorregulação descrito por TAKAHASHI (2009) sintetiza os efeitos da temperatura ambiente e respostas dos animais homeotérmicos e sua capacidade de resposta fisiológica. Na Figura 1 apresentada ilustra o processo de termorregulação em animais homeotérmicos, destacando os limites de temperatura que determinam o equilíbrio térmico e as condições de sobrevivência. Dentro da zona de termoneutralidade, compreendida entre a temperatura crítica inferior (TCI) e a temperatura crítica superior (TCS), o animal consegue manter sua temperatura corporal estável por meio de mecanismos fisiológicos naturais, sem necessidade de gastar energia adicional para termogênese ou dissipação de calor. Os limites definidos como  $h_i$  (inferior) e  $h_s$  (superior) indicam os pontos em que o animal ainda consegue regular sua temperatura corporal, embora com esforço adicional. No entanto, quando a temperatura ambiente ultrapassa esses limites, o animal enfrenta condições extremas de estresse térmico, resultando em hipotermia (abaixo de  $h_i$ ) ou hipertermia (acima de  $h_s$ ). Se os limites extremos de sobrevivência,  $a_i$  (temperatura crítica inferior extrema) ou  $a_s$  (temperatura crítica superior extrema), forem atingidos, o sistema

termorregulador do animal entra em colapso, levando à falência de suas funções vitais e comprometendo sua sobrevivência.

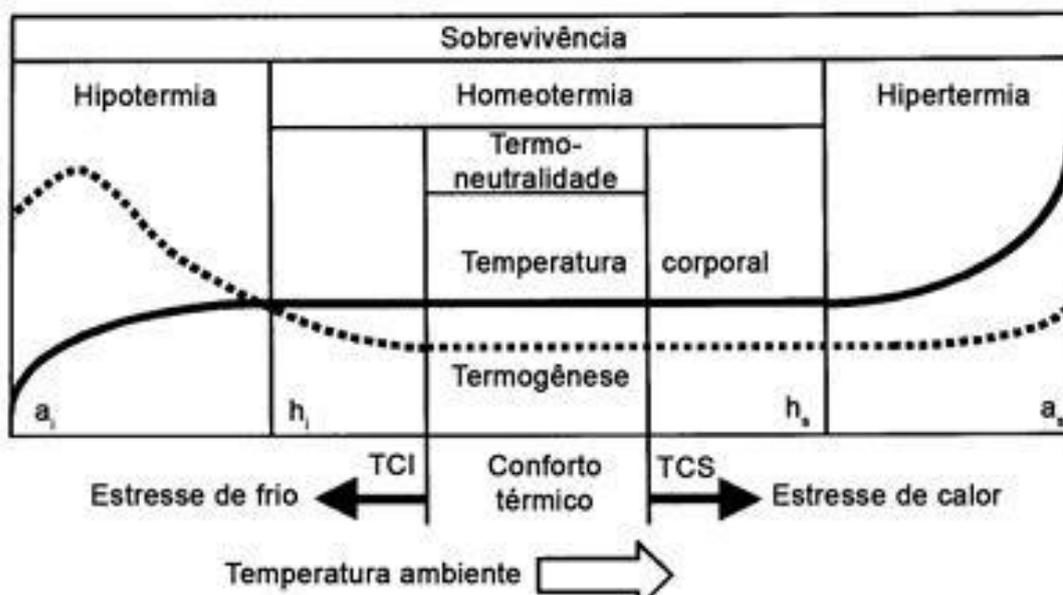


Figura 1- Representação dos limites do conforto térmico pela temperatura crítica inferior e temperatura superior.

FONTE: TAKAHASHI (2009)

Quando os animais são expostos a estressores ambientais, como o calor, eles reagem com alterações fisiológicas e comportamentais, dependendo da intensidade e duração do estresse. Em resposta ao estresse térmico, o organismo ativa mecanismos termorregulatórios, sendo o primeiro a vasodilatação periférica, que facilita a dissipação de calor por radiação e convecção, ajudando a manter a homeostase térmica (VILELA et al., 2013).

A susceptibilidade dos bovinos ao estresse calórico aumenta quando a umidade relativa e a temperatura ambiente excedem a zona de conforto térmico. Isso dificulta a dissipação de calor, elevando a temperatura corporal e impactando negativamente o desempenho produtivo. O comportamento dos animais pode ser um indicador de bem-estar, pois mudanças comportamentais refletem seu nível de conforto. Os animais tendem a buscar situações que lhes proporcionem benefícios, optando por aquelas que exigem menor gasto energético como por exemplo o repouso (ALMEIDA et al., 2013).

Vacas em lactação podem mostrar sinais de estresse calórico, como redução na produção de leite e comportamento letárgico, quando a temperatura ambiente varia entre 26 e 32°C e a umidade relativa entre 50 e 90%. Sinais incluem respiração rápida,

sudorese intensa e até 10% de redução na produção de leite e consumo de alimentos. Com temperaturas de 32 a 37,8°C, a produção de leite pode cair mais de 25%, e surgem sinais graves como respiração pela boca e ofegação. No Quadro 1, está apresentado a relação entre a frequência respiratória e o estado de estresse dos animais, correlacionando com a temperatura retal.

Quadro 1- Relação da frequência respiratória (FR) e da temperatura retal (TR) com nível de estresse de vacas de produção leiteira.

FR	TR	NÍVEIS DE ESTRESSE
23/min	38,3° C	Não estresse.
45 a 65/min	38,4 a 38,6° C	O estresse está sob controle; apetite, reprodução e produção normais.
70 a 75/min	39,1° C	Início do estresse térmico; menos apetite, porém reprodução e produção estão estáveis
90/min	40,1° C	Estresse acentuado; cai apetite e a produção, sinais de cio diminuem.
100 a 120/min	40,9° C	Estresse sério; grandes perdas na produção e a fertilidade pode cair para 12%.
> 120/min	> 41° C	Estresse mortal; as vacas expõem a língua e babam, não conseguem beber água e tão pouco se alimentando.

FONTE: adaptada PIRES e CAMPOS, (2004).

A Zona de Conforto Térmico ou termoneutralidade (ZTN) como apresentada na Tabela 1, refere-se ao intervalo de temperatura ideal no qual os animais permanecem confortáveis, sem precisar ativar mecanismos de regulação térmica. Dentro dessa faixa, o gasto energético é mínimo, o que contribui para uma eficiência produtiva ótima. Quando a temperatura ambiente excede ou fica abaixo da ZTN, mecanismos de dissipação ou produção de calor são ativados, afetando o bem-estar e desempenho dos animais (SUZUKI, 2021).

O sistema *Compost Barn* desempenha um papel importante na melhoria do manejo de vacas leiteiras, especialmente em regiões onde o estresse térmico é uma preocupação significativa por conta dos horários das ordenhas em horários mais fresco do dia. E uma das vantagens desse sistema do *Compost Barn* é permitir uma maior flexibilidade nos horários de ordenha, possibilitando ordenhas em momentos menos frescos do dia, sem comprometer o conforto térmico dos animais. Essa flexibilidade ajuda a reduzir o impacto das altas temperaturas sobre o comportamento

das vacas e a produção de leite, permitindo uma maior eficiência no manejo e contribuindo para o bem-estar animal e para a qualidade e quantidade do leite produzido.

Na Tabela 1 pode-se destacar as diferenças na resistência ao calor entre raças zebuínas e taurinas, evidenciando a adaptação das zebuínas a climas tropicais, o que lhes confere maior tolerância as altas temperaturas. Esse diferencial se deve à maior superfície corporal e à eficiência nos mecanismos de sudorese. Além disso, é possível observar que animais jovens apresentam maior sensibilidade às variações térmicas, devido à menor capacidade de regular a temperatura corporal, o que os torna mais vulneráveis a condições extremas de calor ou frio (SUZUKI, 2021).

Tabela 1- Conforto térmico de acordo com a classificação de bovinos.

<b>Classificação</b>	<b>Zona de Conforto Térmico (°C)</b>
Zebuino (Bos taurus indicus)	10 a 27
Taurino (Bos taurus taurus)	-1 a 16
Mestiço	5 a 31
Vaca em lactação	7 a 21
Bezerro recém-nascido	18 a 21

FONTE: SUZUKI, (2021).

A seleção genética intensiva em vacas leiteiras para melhorar o desempenho produtivo teve um efeito colateral importante, reduziu a resistência ao calor. Conseqüentemente, a zona de termoneutralidade, ou seja, a faixa de temperatura em que os animais se sentem confortáveis, diminuiu significativamente, passando a variar entre 6°C e 16°C. Isso torna as vacas mais susceptíveis ao estresse térmico, especialmente em climas quentes como o brasileiro, onde essa faixa de conforto térmico é frequentemente ultrapassada (SUZUKI, 2021). Desta forma, animais de alta genética em produtividade exigem também tecnologias de manejo em instalações, como também nutrição, sanidade, entre outras.

## 2.2 Consequências do estresse térmico na produção de leite

FERREIRA e TITTO (2023) destacam que o estresse térmico é um grande desafio na produção de leite. A compreensão do estresse térmico em bovinos ganha relevância diante das mudanças climáticas, que prolongam e intensificam os períodos de calor. Os modelos climáticos indicam que a média global de temperatura tende a aumentar nos próximos anos, o que pode agravar o impacto do calor sobre a produção e o bem-estar animal.

De acordo com o (GRACZCKI et al., 2022) o estresse térmico é um fator crítico na produção leiteira, impactando tanto a qualidade quanto a quantidade de leite. Ele provoca alterações no comportamento alimentar, com aumento da ingestão de água e redução do consumo de matéria seca. Além disso, os animais passam mais tempo em pé em busca de sombra, e há perdas na qualidade do leite, como a redução nos teores de gordura e proteína. Essas mudanças aumentam a suscetibilidade dos animais a infecções, reduzem a produção e provocam alterações na composição do leite. (BOAS et al., 2018). É imperativo monitorar o estresse calórico, uma vez que este pode desencadear uma série de efeitos adversos, detalhados no Quadro 2.

Quadro 2- Consequência do estresse calórico.

<b>Consequência do estresse calórico</b>	
Aumento do consumo de água	Diminuição dos resultados em produção e saúde
Busca por sombra e vento	Aumento da frequência respiratória e baba
Diminuição da atividade	Aumento da transpiração
Aumento do fluxo de sangue na pele e redução do fluxo nos órgãos	Redução do consumo de matéria seca

Fonte: (FUNDAÇÃO ROGE, 2016)

O estresse térmico pode reduzir a composição nutricional do leite, diminuindo os teores de gordura, proteína, cálcio, lactose, ácido cítrico e potássio. Os sólidos totais do leite apresentam variação sazonal, sendo mais elevados no período frio e reduzidos durante o calor e chuvas, com os sólidos não-gordurosos também caindo nos meses mais quentes devido à redução do conteúdo proteico. O estresse térmico

severo em vacas leiteiras reduz proteínas, cálcio, fósforo e magnésio, enquanto aumenta o cloro. A gordura do leite também diminui, com mais ácidos graxos de cadeia longa e menos de cadeia curta, devido ao menor consumo de forragens, o que altera a razão acetato/propionato e a composição do leite (MELO et al., 2016).

O estresse térmico, associado a fatores como temperatura e umidade, pode causar a diluição dos sólidos totais do leite e aumentar a incidência de mastites, já que os animais ficam mais expostos à alta umidade do ambiente. A combinação desses fatores torna essencial monitorar esses índices, pois eles são determinantes para avaliar o desconforto térmico que os animais enfrentam (GRACZCKI et al., 2022). A Figura 2 apresenta a produção de leite conforme o nível de estresse térmico que leva a perdas na qualidade e quantidade do produto e subprodutos.

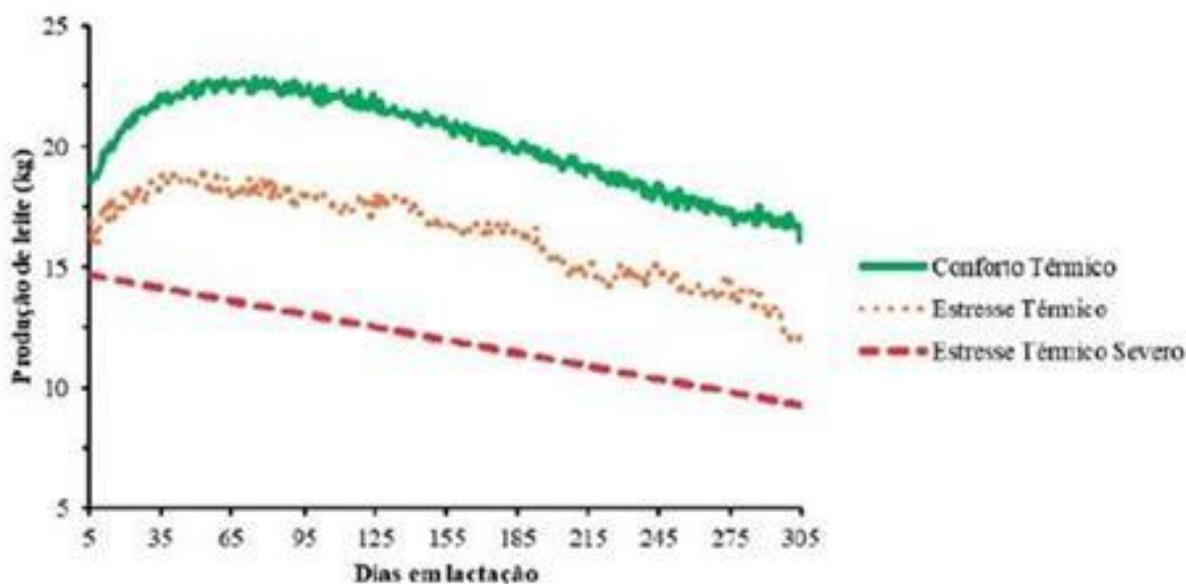


Figura 2- Produção de leite conforme o nível de estresse térmico.  
FONTE: (NEIVE, 2023).

### 2.2.1 Efeito do estresse térmico na reprodução

A pecuária leiteira enfrenta grandes desafios devido às condições climáticas, especialmente o calor excessivo, que causa estresse térmico e afeta negativamente a produção e a reprodução das vacas. Em regiões tropicais e subtropicais, esse problema é ainda mais crítico, com impactos diretos sobre componentes importantes do sistema reprodutivo, como os ovários, folículos e oócitos, além de estruturas como

o corpo lúteo e o endométrio, e a regulação hormonal. Entre as consequências estão a redução da fertilidade, menor duração do estro, afetar o desenvolvimento folicular e embrionário, e comprometimento da função uterina, o que pode influenciar também o crescimento fetal e a qualidade do colostro produzido (VASCONCELOS, 2015; DALTRO et al., 2020).

Conforme COSTA et al., (2016), o estresse térmico afeta significativamente a reprodução de fêmeas bovinas ao causar desequilíbrios reprodutivos, alterando a homeostase corporal e comprometendo funções reprodutivas. Isso inclui redistribuição do fluxo sanguíneo para a periferia para aumentar a perda de calor e redução da ingestão de ração para minimizar a produção de calor metabólico produzido na digestão dos alimentos. Essas alterações impactam o balanço energético e a disponibilidade de nutrientes, afetando a ciclicidade, a gestação e o desenvolvimento fetal.

A alta temperatura nos ambientes tropicais afeta os processos reprodutivos em bovinos, causando estresse térmico que pode resultar em esterilidade estival – uma condição em que o calor excessivo compromete a fertilidade tanto de machos quanto de fêmeas. Nos machos, a esterilidade estival é caracterizada pela degeneração do epitélio germinativo e redução na produção de sêmen, levando à infertilidade temporária. Nas fêmeas, o estresse térmico provoca atrasos na maturidade sexual, dificuldades na fertilização e na implantação do óvulo, e pode resultar em falhas na manutenção da prenhez, entre outros problemas. Durante os meses mais quentes, a falha na detecção do estro nas fêmeas pode atingir 75-80%, reduzindo a duração do estro e o número de montas, enquanto as taxas de concepção caem para 10% ou menos (OLIVEIRA et al., 2012).

A formação de gametas nos bovinos é sensível ao aumento de temperatura, com a espermatogênese exigindo condições térmicas abaixo da temperatura corporal e o desenvolvimento dos ovócitos também sendo vulnerável a alterações térmicas. Além disso, o útero das fêmeas pode ser afetado pela diminuição do fluxo sanguíneo e aumento da temperatura, prejudicando o desenvolvimento do embrião e resultando em perdas gestacionais precoces, principalmente antes dos 42 dias de gestação (VASCONCELOS, 2015). O estresse térmico afeta significativamente o sucesso reprodutivo de fêmeas bovinas, pois o aumento da temperatura e a diminuição do fluxo sanguíneo podem impactar negativamente o útero, prejudicando o desenvolvimento

do embrião e resultando em perdas gestacionais precoces, conforme apresentado na Figura 3.

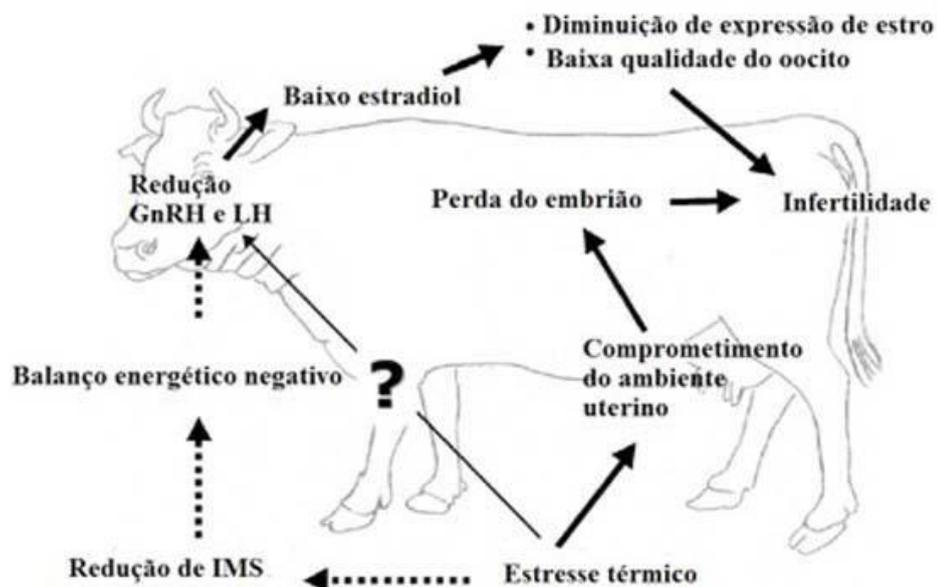


Figura 3- Interferência do estresse térmico no sucesso reprodutivo de fêmeas bovinas.

FORNE: VASCONCELOS (2015).

O estresse térmico afeta a função folicular, provocando alterações na secreção de hormônios hipofisários, como a redução do hormônio luteinizante (LH). Isso resulta em um aumento no número de folículos pequenos e médios, devido à diminuição das concentrações de inibina e ao aumento do hormônio folículo estimulante (FSH). Os oócitos permanecem vulneráveis ao estresse térmico durante o período pré-ovulatório, e quando esse estresse coincide com a ovulação, os embriões resultantes tendem a apresentar desenvolvimento lento ou anormal. Além disso, 15 a 30% dos oócitos expostos a altas temperaturas sofrem apoptose, refletindo distúrbios hormonais e a produção de espécies reativas de oxigênio durante a maturação (COSTA et al., 2016).

O estresse térmico impacta a produção de leite principalmente entre 24 e 48 horas após a exposição, com vacas em lactação apresentando redução de 6 a 16% no consumo de matéria seca e 30% menos eficiência na conversão de energia para produção de leite. Além disso, um aumento de 1°C na temperatura retal, 12 horas

após a inseminação, pode reduzir a taxa de concepção de 61% para 45% (CALDATO 2019).

### 2.2.2 Efeito do estresse térmico sobre a qualidade do leite

O estresse térmico em vacas leiteiras é desencadeado por uma combinação de fatores ambientais, como temperatura elevada, alta umidade relativa e exposição direta à radiação solar. Esse fenômeno é um desafio significativo na produção de leite, pois influencia tanto a quantidade quanto a qualidade do produto final. Entre os impactos observados, estão alterações no comportamento alimentar dos animais, como o aumento do consumo de água e a redução da ingestão de matéria seca. Além disso, as vacas tendem a passar mais tempo em pé e a buscar locais sombreados para aliviar o desconforto térmico, o que pode comprometer a qualidade do leite, reduzindo os teores de gordura e proteína. (DALTRO ET AL., 2020; GRACZCKI ET AL., 2022).

Os índices de conforto térmico, que são definidos com base em fatores climáticos, ajudam a avaliar o conforto e o bem-estar dos animais. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) é o método mais comum para medir o estresse térmico, sendo calculado a partir da temperatura e da umidade relativa do ambiente. Vacas leiteiras começam a sofrer os efeitos do estresse calórico quando o ITU ultrapassa 72. Além disso, valores de ITU abaixo de 70 indicam condições não estressantes, enquanto aqueles superiores a 83 sinalizam um estresse severo (VALENTIM et al., 2018).

A zona de conforto térmico, ou termoneutralidade, é influenciada por diversos fatores, como idade, espécie, raça, consumo alimentar, nível de produção, tipo de sistema de produção e o isolamento térmico proporcionado pelo pelame do animal. Para bovinos leiteiros, essa faixa de termoneutralidade costuma estar entre 5 e 25°C, variando conforme a raça e sua tolerância a variações de temperatura (DALTRO et al., 2020).

A qualidade do leite é um aspecto crucial na produção, sendo impactada pelas variações na temperatura ambiente. O estresse térmico geralmente resulta em uma diminuição nos teores de gordura e proteína do leite, além de aumentar a contagem de células somáticas (CCS). Pesquisas demonstraram que, sob condições de

temperatura moderada, houve uma redução na porcentagem de proteína e lactose em comparação com temperaturas mais baixas. Em situações de estresse térmico intenso, a contagem de células somáticas aumentou significativamente, acompanhada de uma queda na produção diária de leite e nos níveis de gordura. Esses efeitos evidenciam a relação entre o ambiente térmico e a qualidade do leite produzido (REIS et al., 2021).

De acordo com o AZEVÊDO; e ALVES (2009) as vacas de alta produtividade apresentam uma taxa metabólica elevada, o que as torna mais suscetíveis ao estresse térmico. Conforme observado pelo autor, a redução na produção de leite torna-se mais evidente quando o índice de temperatura e umidade (ITU) atinge valores entre 76 e 78. Além disso, vacas com menor produção de leite são menos afetadas nesse nível de ITU em comparação com vacas de alta produção, que sofrem maior impacto devido ao estresse térmico. Segundo DALTRO (2014), o índice de temperatura e umidade (ITU) é uma ferramenta essencial para classificar e quantificar as zonas de conforto térmico em diversas espécies animais, levando em conta o comportamento fisiológico em diferentes temperaturas. Quando o animal se encontra dentro de uma faixa de ITU adequada, ele pode expressar seu potencial genético de produção, desde que outras condições limitantes estejam igualmente favoráveis (Figura 4).

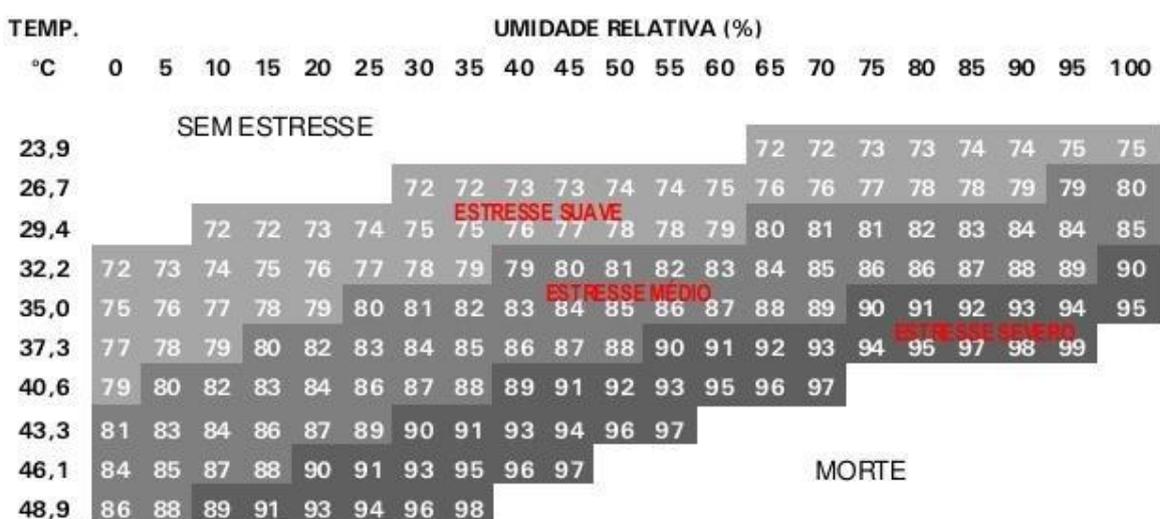


Figura 4- Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para vacas de leite.  
FONTE: AZEVÊDO E ALVES (2009)

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU), apresentados na Figura 4 acima, demonstra os efeitos combinados da temperatura e umidade, sendo uma forma de

avaliar o risco de estresse calórico. Segundo AZEVÊDO E ALVES (2009), o índice de temperatura e umidade (ITU) acima de 72 é amplamente reconhecido como fator de estresse para vacas de alta produção, pois compromete a dissipação de calor, resultando em acúmulo de calor corporal e aumento da temperatura acima dos níveis normais. Esse valor de ITU pode ser alcançado com temperaturas de apenas 23 °C, quando a umidade relativa do ar é superior a 95%, ou com temperaturas de 25 °C e umidade relativa em torno de 50%. O índice de temperatura e umidade (ITU) segue uma escala de risco: valores de ITU até 70 indicam condições normais, não estressantes; entre 71 e 78 são considerados críticos; entre 79 e 83 indicam perigo; e valores acima de 83 configuram uma emergência.

De acordo com SOUZA (2021), o estresse térmico impacta negativamente as características do leite, alterando a síntese, absorção e mobilização de metabólitos como glicose, ácidos graxos voláteis, lipídeos e aminoácidos. Isso resulta em uma redução nos nutrientes e no redirecionamento do fluxo sanguíneo, afetando a produção e composição do leite. Em ambientes de baixa temperatura, as vacas apresentam maiores concentrações de gordura (3,47%), proteína (3,07%) e lactose (5,08%), enquanto em condições de altas temperaturas, esses valores diminuem para 3,17% de gordura, 2,89% de proteína e 5,01% de lactose.

### 2.3 Estratégias de manejo para mitigar o estresse térmico

O bem-estar animal é essencial na bovinocultura de leite, uma vez que fatores como presença de moscas, doenças, calor excessivo e barro podem causar estresse nas vacas, prejudicando a produção de leite. Para minimizar esses efeitos negativos, é fundamental que as instalações proporcionem conforto, pois isso permite que o gado leiteiro conserve energia para a produção e se adapte melhor ao ambiente. Sistemas de confinamento, como o *Compost barn*, são projetados para garantir o bem-estar, melhorando o manejo e favorecendo a produtividade. Apesar de exigirem maior investimento em comparação ao pasto, esses sistemas podem compensar ao aumentar a eficiência produtiva e o retorno econômico para o produto.

DALTRO et al. (2020) advertem sobre a importância em mitigar os efeitos adversos de altas temperatura para a bovinocultura leiteira. Os autores destacam ainda a importância de se proporcionar sombreamento, ventilação, resfriamento do ar

e, a aspersão de água com ventilação. Ressaltam também que a relação custo-benefício e a seleção de animais apropriados para cada região, independentemente do sistema de manejo adotado deve ser considerado.

A produção de leite, um processo metabólico intenso, gera calor endógeno que, somado ao calor proveniente da digestão dos alimentos, eleva a temperatura corporal das vacas leiteiras. Essa produção de calor exacerba o impacto do estresse térmico, comprometendo o bem-estar animal e a eficiência produtiva. Para mitigar esses efeitos, diversas estratégias de manejo ambiental têm sido adotadas, como sombreamento, ventilação forçada e resfriamento evaporativo, visando proporcionar um ambiente térmico mais confortável para os animais (VALENTIM et al., 2018).

Além disso, a formulação de dietas concentradas é uma prática recomendada, pois dietas volumosas geram maior calor metabólico, o que intensifica o estresse térmico. Com essas medidas, o produtor pode prevenir quedas na produção e assegurar o bem-estar do rebanho (GRACZCKI et al., 2022).

Embora o sistema predominante no Brasil seja a produção a pasto, muitos produtores, especialmente na região Sul, têm optado por sistemas de confinamento. Estudos indicam que o tipo de alojamento utilizado para vacas leiteiras influencia diretamente a produção, o comportamento durante a lactação, a saúde dos animais e, em combinação com outros fatores de estresse, afeta também a reprodução (SILVA et al., 2022).

SANTOS, et al., (2021), exploraram a viabilidade econômica do sistema *Compost barn*, destacando que, embora exija um investimento inicial mais alto, oferece benefícios significativos para o bem-estar animal e a produtividade. A análise realizada pelos autores demonstra que o sistema pode proporcionar retorno financeiro, especialmente em propriedades que buscam uma criação mais intensiva e um ambiente confortável para o gado leiteiro, promovendo manejo racional e sustentável.

### 2.3.1 O sistema *Compost barn* na bovinocultura de leiteira

Nas últimas décadas, o uso de sistemas de confinamento na bovinocultura leiteira tem crescido mundialmente, e no Brasil, o sistema *Compost barn* tem se destacado entre os sistemas intensivos. Nesse modelo, os animais são mantidos em

uma área comum sem baias, com uma cama de material macio que se decompõe ao longo do tempo, proporcionando conforto e melhor manejo dos dejetos (SENAR, 2022). Um dos principais desafios enfrentados pelos produtores brasileiros, conforme destaca MOTA (2020), é o microclima das instalações e as altas temperaturas. O sistema *Compost barn*, permite que os animais fiquem soltos e caminhem livremente dentro do galpão. Ainda segundo este autor a principal característica desse sistema é a área de descanso, composta por uma cama formada por uma mistura de fonte de fibra e outros materiais orgânicos, como fezes e urina dos animais, que se decompõe ao longo do tempo, conforme demonstrado na Figura 5.

De acordo com PIOVESAN et al., (2020), o sistema *Compost barn* oferece benefícios importantes, promovendo o bem-estar animal, o que resulta em maior produção de leite, melhor vitalidade das vacas e manejo mais facilitado. Além disso, o sistema auxilia no controle ambiental dos dejetos e possibilita a reutilização da cama como adubo agrícola. A implementação do *Compost barn* visa à 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), a adoção deste sistema na propriedade oferece diversos benefícios. Ele proporciona mais conforto ao rebanho, devido à cobertura de serragem e à ventilação nas camas, além de melhorar a higiene do ambiente, com menor presença de moscas e outros insetos, o que eleva as condições sanitárias dos animais. O sistema também contribui para a redução de problemas nos cascos e melhora a qualidade do leite ao reduzir a contagem de células somáticas (CCS), diminuindo a incidência de mastite. Além disso, favorece a detecção do cio e aumenta as taxas de concepção, promove uma produção de leite maior em uma área de terra menor do que a exigida em sistemas extensivos e reduz quase totalmente a ocorrência de doenças do casco e mastite no rebanho.

A viabilidade econômica para a implantação do sistema Compost Barn geralmente está relacionada à produtividade média do rebanho. Estudos indicam que o sistema é mais indicado para propriedades com vacas produzindo, em média, acima de 20 a 25 litros de leite por dia. Isso ocorre porque o Compost Barn envolve altos custos iniciais de construção e operação, que precisam ser compensados por um aumento significativo na produtividade para gerar retorno financeiro adequado. Além

disso, o sistema pode aumentar a produção em até 8 a 10 litros por vaca, dependendo das condições de manejo e do nível de estresse térmico enfrentado pelos animais.

De acordo com o portal COMPRE RURAL (2024), no Brasil, muitos produtores de leite têm apostado no sistema de confinamento *Compost Barn* como uma estratégia para aumentar a produtividade das vacas. Esse sistema pode elevar a produção em até 8 a 10 litros de leite por vaca por dia, graças às melhorias no conforto térmico e no bem-estar animal, que impactam diretamente o desempenho produtivo. Com mais de 1 milhão de propriedades leiteiras no país, o futuro do setor dependerá da capacidade dos produtores em adotar tecnologias modernas, implementar uma gestão eficiente e alcançar maior eficiência técnica e econômica. Projeções da Secretaria de Política Agrícola indicam que, até 2030, permanecerão no mercado os produtores que se adaptarem às novas demandas tecnológicas e às exigências de sustentabilidade no agronegócio.



Figura 5- Vacas leiteiras em sistema de produção *Compost barn*, em comportamento de repouso, e indicação de bem-estar. Sítio Tapir localizado em Itamogi-MG.

FONTE: EDUCAPOINT (2019).

O sistema *Compost barn* é indicado principalmente para propriedades leiteiras com vacas de alta produção, ou seja, aquelas com uma média superior a 20 a 25 litros de leite por dia. Contudo, pode ser inadequado para pequenos produtores ou para

aqueles com rebanhos de baixa produtividade, visto que o investimento inicial e os custos operacionais são elevados. Além disso, o sistema exige uma gestão eficiente e adaptações específicas, o que pode ser um desafio para propriedades com infraestrutura limitada ou em regiões onde as condições climáticas não favorecem o uso eficiente da tecnologia.

A construção do sistema Compost Barn exige um alto investimento inicial, incluindo infraestrutura de confinamento, ventilação, controle térmico e compostagem, com custos variando conforme o tamanho e a região da propriedade. Embora proporcione aumento de 8 a 10 litros de leite por vaca/dia, melhorando a saúde animal e o manejo.

No entanto, esse modelo pode não ser financeiramente viável para pequenas propriedades com baixa produtividade ou para aquelas que não possuem uma boa gestão de custos. O sistema é mais indicado para grandes propriedades com rebanhos de alta produção, onde o retorno sobre o investimento é mais rápido. Em termos financeiros, é importante que o produtor tenha acesso a crédito e que a gestão do rebanho seja otimizada para garantir que o aumento de produção cubra os custos de instalação e operação.

### 2.3.2 Resfriamento e ventilação, e aspersão

A ventilação, o resfriamento e a aspersão são práticas essenciais no manejo de sistemas *Compost barn*, especialmente em regiões de clima quente. Esses métodos visam minimizar o estresse térmico das vacas leiteiras, garantindo conforto térmico e melhorando a produtividade. A ventilação, feita por ventiladores, promove a circulação do ar e auxilia na secagem da cama, enquanto a aspersão utiliza ciclos controlados de água e vento para resfriar os animais de maneira eficiente. A combinação dessas estratégias não só aumenta o tempo de repouso das vacas, mas também melhora a ingestão alimentar e a qualidade do leite produzido.

O resfriamento é uma prática essencial para o manejo de vacas leiteiras, especialmente em regiões mais quentes, onde o estresse térmico pode afetar negativamente a saúde e a produtividade dos animais. São usadas algumas estratégias com a ventiladores e aspersão para amenizar o estresse térmico, aumentando a produtividade e a qualidade da cama.

No sistema de *Compost barn*, a ventilação é fundamental para manter o conforto térmico e a saúde dos animais, além de melhorar a qualidade do ambiente, sendo dois tipos principais de ventilação utilizados nesse sistema: a natural e a mecânica, sendo cada opção adaptada às condições específicas da criação para garantir o conforto térmico dos animais. A ventilação tanto no sistema natural quanto no mecânico, a ser introduzida ou retirada dependerá das condições existentes no recinto dos animais como quantidade, peso e idade e cama.

O tamanho da gota na aspersão do sistema *Compost Barn* desempenha um papel crucial na eficácia do resfriamento e no conforto térmico das vacas. Gotas de tamanho médio garantem uma evaporação eficaz, ajudando a reduzir a temperatura ambiente sem causar desconforto ou poças excessivas. Gotas muito grandes podem diminuir a eficiência, enquanto gotas muito pequenas podem não proporcionar resfriamento suficiente. Portanto, o controle adequado do tamanho da gota é fundamental para maximizar o bem-estar animal e a produtividade no sistema.

Conforme DAMASCENO et al., (2020), a ventilação apropriada em instalações para produção animal deve garantir uma troca uniforme do ar interno com o ar externo fresco (Figura 6). A taxa de ventilação necessária depende de fatores como as condições climáticas externas, as características da construção e a densidade de animais na instalação.

A ventilação é um elemento fundamental para a eficiência do sistema *Compost barn*, conforme se pode observar na Figura 6. A função é remover o calor e a umidade produzidos pelas vacas e pelo processo de compostagem, sendo que o movimento natural do vento facilita a circulação de ar no estábulo, enquanto a ventilação mecânica é particularmente eficaz na prevenção de áreas com ar estagnado dentro da instalação (DANIELI et al., 2018).

A ventilação natural proporciona diversas vantagens, incluindo controle da pureza do ar, eliminação de poeira, gases nocivos, excesso de umidade, odores e calor. Além disso, permite controlar a temperatura e umidade relativa, reduzindo a perda calórica por convecção em animais e auxiliando no controle da temperatura e umidade da cama. Uma grande vantagem é que não requer energia para funcionar, resultando em economia de energia elétrica e recursos financeiros DAMASCENO et al., (2020).

Segundo DAMASCENO et al., (2020), a ventilação mecânica é essencial quando as condições naturais não garantem movimentação adequada do ar. A utilização de equipamentos como ventiladores e exaustores permite uma distribuição uniforme e constante do ar, controlando a taxa de ventilação independentemente das condições climáticas. Além disso, a ventilação mecânica é fundamental para remover efetivamente o calor e a umidade da superfície dos animais e da cama, garantindo condições internas ótimas nas instalações.

A aspersão de água em vacas leiteiras é um método eficaz para criar um microclima favorável à redução do estresse térmico. A quantidade de água necessária para resfriar os animais durante situações de estresse térmico varia de 56 a 75 litros por vaca por dia, dependendo das condições ambientais. Estudos são conduzidos para otimizar a quantidade de água utilizada em diferentes sistemas de aspersão, considerando a quantidade de água e o tempo mínimo de exposição, com o objetivo de melhorar a eficiência do uso da água durante o resfriamento (LORENÇO, 2019).

O sistema *Compost barn* envolve o uso de ventiladores, que têm a dupla função de resfriar o ambiente e auxiliar na secagem da cama. Para que o sistema de ventilação seja eficiente e atenda a esses dois requisitos, é necessário que os ventiladores forneçam uma velocidade de vento em torno de 3 m/s. Além disso, é comum o uso de aspersores na linha de cocho conforme na Figura 6 ou na sala de espera conforme na Figura 7, onde os animais são molhados pelos aspersores durante 30 segundos e recebem vento por 4,5 minutos. O recomendado é que esses ciclos ocorram oito vezes ao dia, aumentando assim o tempo de repouso e a produtividade (CALDATO, 2019).



Figura 6- Vacas leiteiras em sistema de produção *Compost barn*, com destaque ao sistema de aspersão e ventiladores, na área de alimentação.

FONTE: REHAGRO, (2018).

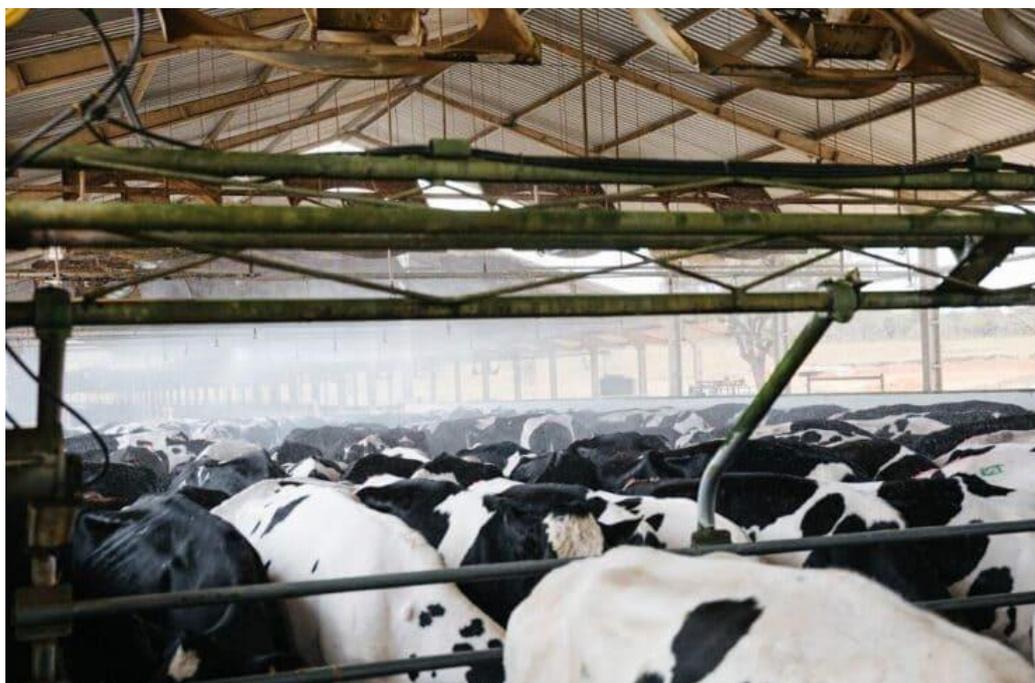


Figura 7- Sistema de *Compost barn*, na área de espera para ordenha para resfriamento dos bovinos com ventilação e aspersão de água.

FONTE: REHAGRO, (2018).

### 2.3.3 Manejo da cama

O sucesso do manejo de cama do sistema *Compost barn* depende principalmente do revolvimento adequado, proporcionando um ambiente seco, confortável e saudável, que possibilite o animal ficar de pé e andar em superfície macia. Os materiais mais comuns utilizados são serragem, lascas de madeira, palha processada, palha de milho e subprodutos de palha de trigo, enquanto outros materiais como areia, esterco seco ou solo requerem cuidado especial (Mota et al., 2019). Por outro lado, o manejo inadequado da cama pode comprometer o processo de compostagem, levando a condições desfavoráveis, como animais sujos, aumento na contagem de células somáticas (CCS) e maior risco de mastite clínica, prejudicando a saúde e produtividade do rebanho (DAMASCENO et al., 2020).

O manejo adequado da cama de animais em um barracão é crucial para garantir um ambiente saudável para os animais. Recomenda-se ventilar a cama duas a três vezes ao dia, a uma profundidade de 25 a 30 centímetros, para incorporar os resíduos animais e garantir que o processo continue aeróbico. Além disso, é necessário renovar a cama regularmente, a cada duas a cinco semanas, dependendo do espaçamento definido por vaca no barracão. Essa renovação periódica ajuda a prevenir a acumulação de resíduos e gases tóxicos. Por fim, é importante realizar a troca completa da cama após um ano, garantindo assim um ambiente limpo e saudável para os animais. (FERREIRA E RIBEIRO, 2022).

Segundo o DANIELI et al., (2018), a temperatura e a umidade da cama no sistema *Compost barn* são fatores essenciais para o sucesso do manejo e o bem-estar dos animais. Para garantir um ambiente saudável e confortável para vacas, é recomendado manter a temperatura ideal no interior da cama para vacas deve alcançar valores próximos a 43°C, sendo ótimo entre 54°C e 65°C, pois elimina microrganismos patogênicos causadores de mastite. De acordo com MUXFELDT, (2020), altas temperaturas podem ser prejudiciais à compostagem, matando bactérias benéficas, enquanto temperaturas baixas retardam o processo. Além disso, a umidade da cama deve variar entre 40% e 65% para promover a compostagem eficaz. No entanto, temperaturas artificiais altas podem reduzir o conforto dos animais, diminuindo comportamentos de descanso, destacando a importância de manejos e características específicas para cada instalação (DANIELI et al., 2018).

O controle da umidade é fundamental para a eficiência do processo de compostagem, com teores ideais entre 40% e 65% (RADAVELLI, 2018). O giro do leito é crucial para manter condições aeróbicas, promovendo a aeração e a oxigenação do material. Esse processo é geralmente realizado durante a saída das vacas para a ordenha, utilizando implementos agrícolas como enxadas rotativas, subsoladores e grades de discos offset. Dessa forma, assegura-se um ambiente saudável e eficiente para a decomposição do leito (MOTA et al., 2019).

MUXFELDT (2020), recomenda que o tamanho das partículas dos materiais utilizados na cama no sistema *Compost barn* desempenha um papel fundamental na eficiência do processo de compostagem. A combinação de partículas de diferentes tamanhos otimiza a absorção de umidade, a disponibilidade de carbono e a aeração, promovendo um ambiente propício ao crescimento microbiano.

A eficiência do processo de compostagem depende diretamente da relação carbono-nitrogênio (C:N), pois os microrganismos envolvidos necessitam de carbono como fonte de energia e de nitrogênio para a síntese de proteínas essenciais ao seu metabolismo. A proporção ideal para o equilíbrio desse processo está entre 25:1 e 30:1, garantindo que os microrganismos tenham os nutrientes necessários para realizar a decomposição de maneira eficiente (RADAVELLI, 2018). A taxa de lotação da cama, que influencia a quantidade de fezes e urina incorporadas ao material, desempenha um papel importante na manutenção dessa proporção, já que esses resíduos são fontes naturais de carbono e nitrogênio. Assim, o controle adequado da relação C:N é essencial para otimizar a compostagem e garantir sua funcionalidade.



Figura 8- Condições observadas em camas do Compost barn (A) Cama em condição ruim de alta umidade; (B) Cama em boa condição; (C) Teste manual de umidade; (D) Aferição da temperatura.

FONTE: MELO (2021).

Na sequência acima a Figura 8, (A) apresenta cama em mau estado que pode causar mastite e doenças nos cascos das vacas; (B) cama em bom estado que traz mais conforto aos animais; (C) e por último teste manual de umidade; (D) Medição de temperatura, formas indicadas para ajudar na correção da cama.

#### 2.3.4 Manejo nutricional

Em um sistema Compost Barn, as vacas não possuem dietas específicas que variam por si mesmas devido ao ambiente, mas a alimentação do rebanho é uma parte crucial do manejo para garantir boa produção de leite. A dieta das vacas no Compost Barn, assim como em qualquer sistema de produção leiteira, é composta por uma combinação de forragem, concentrados e suplementos. Esses componentes são ajustados com base nas necessidades nutricionais das vacas, que variam dependendo de fatores como produção de leite, estágio de lactação, e condição corporal.

Planejar adequadamente o consumo de alimentos pelos animais é essencial para alcançar melhores resultados, evitando gastos desnecessários e assegurar o bem-estar e o equilíbrio nutricional. A produção de leite está diretamente ligada a um programa nutricional eficiente, que considera fatores como densidade da dieta, potencial genético do rebanho e a fase de lactação (LUZ et al., 2019).

A escolha do sistema de alimentação em vacas leiteiras depende de vários fatores, incluindo manejo, equipamentos, tamanho do rebanho, mão de obra e custos operacionais. O tipo de cocho e o espaçamento por animal são fundamentais para o conforto e desempenho do rebanho. Por exemplo, o uso de cochos cobertos oferece maior bem-estar térmico aos animais, especialmente em condições de altas temperaturas, além de manter o alimento fresco por mais tempo. Além disso, recomenda-se o fornecimento das dietas pelo menos duas vezes ao dia, com frequências maiores sendo avaliadas de acordo com as condições de manejo, estrutura disponível e viabilidade econômica (GONÇALVES et al., 2009).

A alimentação, que representa cerca de 60% do custo total da criação, deve ser eficiente para assegurar a sustentabilidade da atividade. Além disso, os alimentos precisam ser livres de substâncias nocivas e adequados à fisiologia do sistema digestivo dos bovinos, que possui um estômago poligástrico composto por rúmen, retículo, omaso e abomaso. Esses compartimentos funcionam como câmaras de fermentação, digestão da fibra, absorção de água e digestão enzimática no abomaso, otimizando a utilização de alimentos como pasto, silagem e cana-de-açúcar (MORAIS, 2020).

O melhoramento genético ao longo dos anos proporcionou um aumento significativo na produção de vacas leiteiras, mas para garantir alta produtividade e saúde, é essencial atender às suas exigências nutricionais. Essas necessidades variam conforme as fases de lactação, considerando os nutrientes específicos para manutenção, crescimento, reprodução e produção, ajustados às demandas de cada etapa do ciclo produtivo. Nesse contexto, a otimização da ingestão de matéria seca é fundamental, sendo necessário formular dietas equilibradas, ajustar a apresentação da mistura e gerenciar a administração de forma a promover uma função ruminal saudável. Além disso, a mistura adequada dos ingredientes garante uma nutrição balanceada, evitando a seleção de alimentos e assegurando que cada porção ingerida atenda às necessidades específicas dos animais (GONÇALVES et al., 2009).

A Figura 9 representa variações que ocorrem durante o ciclo produtivo de uma vaca leiteira, destacando o consumo de matéria seca, a produção de leite, o peso corporal e o crescimento fetal em diferentes fases de lactação. No início da lactação, observa-se um pico na produção de leite, enquanto o peso corporal tende a cair devido à mobilização de reservas corporais para sustentar a produção. Na fase intermediária, o consumo de matéria seca se estabiliza e acompanha a produção de leite, contribuindo para atender às exigências energéticas. Já no final da lactação, o peso corporal começa a aumentar, indicando recuperação das reservas corporais, enquanto o crescimento fetal acelera em preparação para a nova gestação. No período seco, há uma redução significativa na produção de leite, enquanto o foco se volta para o crescimento do feto e a manutenção do peso corporal. Essas variações destacam a importância de um planejamento nutricional personalizado para cada fase, visando otimizar a produção láctea e minimizar riscos à saúde da vaca.

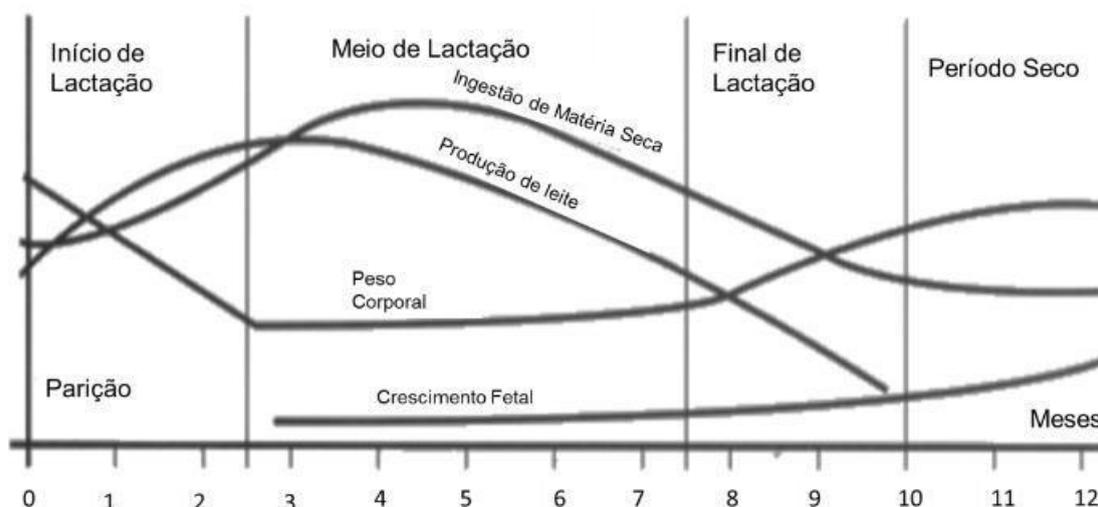


Figura 9- Gráfico, representado as fases do ciclo lactacional de vacas leiteiras.  
 FONTE: (LUZ et al., 2019).

Durante o pico da lactação, entre 6-8 semanas após o parto, a demanda de glicose para produção de leite aumenta rapidamente, enquanto o consumo de matéria seca permanece reduzido. Essa discrepância exige maior atividade de gliconeogênese hepática para suprir a necessidade de glicose. Como o propionato produzido não é suficiente, os aminoácidos da dieta e da mobilização muscular, além do glicerol da gordura corporal, são utilizados para produzir glicose, comprometendo parte da energia destinada à produção de leite. (DJOKOVIĆ et al., 2014). Nessa fase, é essencial fornecer dietas energéticas com grãos de baixa degradabilidade ruminal, como milho, limitando a inclusão de grãos a 60% da matéria seca.

LUZ et al., (2019) indicam as densidades nutricionais adequadas para as diferentes fases fisiológicas da vaca leiteira, na fase inicial da lactação, a composição química ideal inclui 16-18% de proteína bruta, 17-22% de Fibra Detergente Ácida (FDA), 28-31% de Fibra Detergente Neutra (FDN), 5-7% de Extrato Etéreo (EE) e NDT de 73%. No meio e fim da lactação, entre 9-40 semanas, a vaca experimenta um aumento no consumo de alimento, superando a produção de leite e permitindo uma recuperação na condição corporal (LUZ et al., 2019). Nesse período, a dieta pode conter menos energia e proteína, e é fundamental fornecer volumoso de alta qualidade. O autor destaca que para garantir a saúde e produtividade, é essencial fornecer 3,5% do peso vivo em matéria seca, com teores de FDN de no mínimo 30%, FDA de 21%, NDT de 71%, PB de 16% e EE de 4%. Além disso, é crucial revisar e

adaptar esses parâmetros nutricionais de acordo com o avanço genético, garantindo precisão e eficácia nutricional para cada caso, propriedade e animal/lote.

A nutrição é fundamental para a saúde, o bem-estar e a produtividade de vacas leiteiras. Estratégias nutricionais adequadas, ajustadas às fases da lactação, são essenciais para atender às demandas metabólicas, prevenir distúrbios e garantir a eficiência produtiva. A separação de lotes e a formulação de dietas equilibradas otimizam o acesso aos recursos e promovem melhores resultados. Com os avanços genéticos e as demandas da pecuária moderna, adaptar manejos às necessidades específicas de cada rebanho é indispensável para assegurar a sustentabilidade e a competitividade da produção leiteira.

A avaliação de sobras de cocho pode ser realizada por uma pessoa treinada, que atribui escores baseados em parâmetros específicos, garantindo precisão e qualidade na classificação. Os parâmetros utilizados para classificação das sobras do cocho em escores. Que variam de 0 a 4 estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Escore de cocho em escala de 0 a 5.

<b>Escore</b>	<b>Cocho</b>
0	Sem alimento cocho limpo (“limpo”)
1	Alimento disperso – 5% de sobra
2	Camada fina( <5 cm) – 5% a 10%
3	Média camada (entre 5 a 8 cm) – cerca de 25% de sobra
4	Camada grossa (> 8 cm), cerca de 50% de sobra
5	Alimento intacto

FONTE: LUZ et al. (2019)

De acordo com os pesquisadores em nutrição animal LUZ et al. (2019)., o ideal é que as vacas leiteiras tenham um escore de cocho de 2, indicando que elas estão consumindo alimento de acordo com suas necessidades sem passar fome. Além disso, é fundamental monitorar diariamente o consumo de alimento para evitar desperdício, que é considerado excessivo quando as sobras ultrapassam 10%. Um controle eficaz também inclui o registro de informações como quantidade de alimento fornecido, produtividade das vacas e manutenção dos cochos.

### 2.3.5 Água

De acordo com BENDETTI (2012), o gado leiteiro, devido à sua alta demanda por água, é particularmente vulnerável às condições climáticas adversas do Brasil Central. A falta de água, além de afetar a produção de leite, pode comprometer a saúde dos animais, tornando a gestão eficiente dos recursos hídricos uma necessidade urgente para a sustentabilidade da atividade leiteira na região.

A disponibilizar água de qualidade é fundamental para o bem-estar e a produtividade dos animais, especialmente para bezerras em desenvolvimento. A ingestão de água de baixa qualidade pode acarretar sérios riscos à saúde, impactando negativamente a produção. No caso específico da produção de leite, a disponibilidade de água potável é crucial, pois para cada litro de leite produzido contém aproximadamente 87% de água, pois a vaca necessita consumir cerca de quatro litros de água, destacando a importância da quantidade e qualidade da água para a produção láctea (COSTA; TEIXEIRA, 2022).

O consumo de água é fundamental para vacas em lactação, considerando sua relevância na produção e no bem-estar dos animais. Aspectos como a qualidade e a fonte da água devem ser cuidadosamente avaliados, pois influenciam diretamente o consumo desse nutriente essencial. Além disso, a água, assim como os demais nutrientes, como nitrogênio, carboidratos, proteínas, minerais e vitaminas desempenha papel vital na nutrição dos animais (DUQUE et al., 2012).

A água desempenha um papel essencial no organismo, sendo responsável por manter a homeotermia e nutrir os tecidos, além de repor as diversas formas de perda, como urina, fezes, leite, saliva, respiração e transpiração. Mesmo que os animais possam sobreviver à perda de até 50% da massa corporal proteica ou da gordura, a perda de apenas 10% a 12% do conteúdo de água corporal pode ser fatal, o que destaca a importância da água para a sobrevivência (MENDONÇA e FARIA, 2024). A água é um componente fundamental para a vida animal, sendo essencial para diversas funções fisiológicas. Os animais obtêm água de três fontes a água potável, a água presente nos alimentos e a água metabólica, que é gerada a partir do catabolismo dos nutrientes.

Para garantir a eficiência do sistema de produção, é fundamental considerar o acesso dos animais aos recursos, especialmente à água. De acordo com DUQUE

et al. (2012), vacas leiteiras demonstram preferência por bebedouros com maior área de superfície e higienizados diariamente. Os bebedouros ideais devem ter 10 cm de comprimento por animal, com altura entre 65 e 85 cm e profundidade mínima de 15 a 30 cm o auto recomendada para lotes de até 50 vacas. Além disso, a disponibilidade de água de qualidade é essencial para a saúde e o bem-estar dos animais, impactando diretamente na produção de leite.

A ingestão de água é fundamental para os bovinos leiteiros, pois desempenha funções essenciais, como a hidratação, que previne doenças digestivas e aumenta o consumo de alimentos; a produção de leite, que requer uma quantidade significativa de água; e a regulação térmica, especialmente em climas quentes, promovendo o conforto e bem-estar dos animais. Além disso, a água facilita a digestão e a absorção de nutrientes, contribuindo para a saúde geral do rebanho, prevenindo enfermidades como diarreia. A quantidade de água consumida pelos bovinos, que pode variar entre 80 a 190 litros por dia, é influenciada por fatores como raça, peso, estado fisiológico e qualidade da água. Para estimular o aumento da ingestão hídrica, recomenda-se oferecer água limpa e livre de contaminantes, manter a temperatura entre 25°C e 30°C, distribuir adequadamente os bebedouros para permitir que 15% do lote beba simultaneamente e realizar a limpeza regular dos bebedouros, a fim de evitar a contaminação da água (MENDONÇA e FARIA, 2024).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de produção *Compost barn* destaca-se como uma abordagem eficaz para o controle do estresse térmico em vacas leiteiras, proporcionando condições que favorecem tanto o bem-estar animal quanto a eficiência produtiva, e sustentabilidade. A estrutura é capaz de mitigar os efeitos negativos do calor, garantindo ambiente confortável para os animais constatado pela melhora na produtividade.

A utilização do *Compost barn* reflete diretamente na melhoria da saúde do rebanho, na qualidade do leite produzido e na eficiência dos processos reprodutivos. Aspectos fundamentais para a sustentabilidade da atividade leiteira são melhor alcançados. Estratégias complementares, como o manejo adequado da cama, a instalação de sistemas de ventilação e resfriamento, e uma nutrição balanceada, são essenciais para maximizar os benefícios desse sistema.

O *Compost barn* contribui para a gestão ambiental, permitindo o reaproveitamento dos resíduos como fertilizante, o que reforça seu papel em uma produção sustentável. No entanto, para alcançar os resultados esperados, é fundamental que o manejo seja realizado de forma técnica e contínua, ajustando-se às especificidades de cada propriedade e às necessidades do rebanho.

O sistema *Compost barn* não é recomendado para pequenos produtores ou rebanhos de baixa produtividade, devido aos altos custos e à complexidade do sistema. Além disso, exige adaptações específicas para cada propriedade e condições climáticas favoráveis.

Assim, o sistema *Compost barn* não apenas promove avanços na produtividade e no bem-estar animal, mas também se apresenta como uma alternativa estratégica e viável diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. L. P. d; PANDORFI, H.; BARBOSA, S. B. P.; PEREIRA, D. F.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G. A. P. de. **Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2013.

AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Documentos, 188. 2009.

BENDETTI, E. **Água – Fonte da Vida – Considerações**. Veterinária Notícias, Uberlândia, v. 18, n. 1, p. 1-5, jan./jun. 2012.

BERTONCELLI, P.; MARTIN, T. **Conforto térmico alterando a produção leiteira**. Santa maria: Universidade Federal de Santa Maria, escola de Agronomia; 2013. Acesso:11/11/2024. Disponível: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/Conforto%20termico.pdf>

BOAS, A. C. V.; SUBTIL, S. A.; LUDOVICO, A. **Estresse térmico e produção de vacas leiteiras em clima temperado**. In:9º Seminário de Iniciação Científica\*, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **"MAPA DO LEITE: Políticas Públicas e Privadas para o Leite."** (Ministério da Agricultura e Pecuária") 2024. Acesso: 19/09/2024 Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>

CALDATO, A, M.Sc., **Construção de Compost barn: tradicional x túnel de vento e Nutrição e manejo de vacas leiteiras no período de transição**. Universidade Federal de Viçosa. 2019.

CALDATO, E. M. R. **Manual técnico de construção e manejo de Compost barn para vacas leiteiras**. Dissertação (Mestrado Profissional em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2019.

COMPRES RURAL. **Sistema Compost Barn pode aumentar a produção de vacas em até 10 litros de leite.** 29 set. 2024. Acesso em: 05/12/2024. Disponível em: <https://www.comprerural.com/sistema-compost-barn-pode-aumentar-a-producao-de-vacas-em-ate-10-litros-de-leite/>.

COSTA, A. N. L. DA; ARAÚJO, A. A. DE; ARAÚJO, É. P. DE. **Efeitos do estresse térmico na reprodução de fêmeas bovinas.** Revista Brasileira de Reprodução Animal, Belo Horizonte, 2016.

COSTA, F. R. S; TEIXEIRA, M. L. G. **A importância da qualidade da água para bovinos leiteiros.** Orientador: Thiago Morais Duarte. Delfim Moreira, MG, 2022.

DALTRO, A. M; BETTENCOURT, A. F; XIMENES, C. A. K; DALTRO, D. DOS S; PINHO, A. P. DOS S. **Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 2020.

DALTRO, D. S. **Uso da termografia infravermelha para avaliar a tolerância ao calor em bovinos de leite submetidos ao estresse térmico.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2014.

DAMASCENO, F. A; ASSIS, J. A; ALBERNAZ, B; BRANDÃO, L. F; NOQUEIRA, J; CAMARGO, L. **Compost barn: como uma alternativa para a pecuária leiteira.** 2020.

DANIELI, B.; BARRETA, D. A.; SCHOGOR, A. L. B. **Características e recomendações de gerenciamento no confinamento de vacas de leite em Compost barn: revisão.** Scientia Agraria, Curitiba. 2018.

DJOKOVIĆ, R; CINCOVIĆ, M; KURĆUBIĆ, V; PETROVIĆ, M; LALOVIĆ, M; JAŠOVIĆ, B; STANIMIROVIC, Z. **Endocrine and Metabolic Status of Dairy Cows during Transition Period.** Thai Journal of Veterinary Medicine, 2014.

DUQUE, A. C. A. ET AL. **Água, o nutriente essencial para vacas em lactação.** Veterinária Notícias, Uberlândia. 2012.

EDUCAPOINT. **Compost barn: o que é e quais suas vantagens.** 29 out. 2019. Acesso em: 10/11/2024. Disponível:

<https://www.milkpoint.com.br/colunas/educapoint/compost-barn-o-que-e-e-quais-suas-vantagens-216663/>

FERREIRA, B. H. A.; RIBEIRO, L. F. **Mastites causadas por Escherichia coli, Klebsiella spp. e Streptococcus uberis relacionadas ao sistema de produção Compost barn e o impacto na qualidade do leite.** 2022.

FERREIRA, M. C. S.; TITTO, C. G. **Consequências do estresse térmico em vacas leiteiras lactantes.** Heat stress effects in lactating dairy cows, 2023.

FUNDAÇÃO, R. **Como o estresse calórico impacta na produção leiteira.** Trabalho elaborado por alunos do Curso Técnico em Agropecuária para o projeto de Reprodução Bovina, 2016. Acesso: 11/11/2024. Disponível: <https://www.fundacaoroge.org.br/blog/comoestressecaloricoimpactanaproducao leiteira>

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de Gado de Leite.** Belo Horizontes: Editora FEPMVZ, 2009.

GRACZCKI, G. L.; OLIAS, C.; SAUER, A. V.; BUSNELLO, F. J.; LUZ, G. L.; LAJÚS, C. R. **Estresse térmico em vacas leiteiras: Revisão.** Anais do Simpósio de Ciências Agrárias, 2022.

JIMENEZ FILHO, D.L. **Estresse calórico em vacas leiteiras: implicações e manejo nutricional.** PUBVET, Londrina, 2013.

LORENÇO, J. P. DE A. **Estratégias para minimizar o estresse térmico em vacas leiteiras.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 2019.

LUZ, G. B., MATOS, R. F., CARDOSO, J. B., & CASSAL, C. **Exigências nutricionais, cálculos de dieta e mensuração de sobras no manejo nutricional de vacas leiteiras.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, (2019).

MELO, A. F.; MOREIRA, J. M.; ATAÍDES, D. S.; GUIMARÃES, R. A. M.; LOIOLA, J. L.; SARDINHA, H. C. **Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão.** Pubvet, 2016.

MELO, L. **Compost barn: diagnóstico da cama e critérios para substituição.** Agroceres Multimix, 17 nov. 2021. Acesso em: 11/11/2024. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/compost-barn-diagnostico-da-cama-e-criterios-para-substituicao/> .

MENDONÇA, L; FARIA, G de. **A boa qualidade da água impacta toda a produção de leite: garantir a qualidade da água no manejo das vacas leiteiras contribui para assegurar a saúde e o bom desempenho do rebanho.** Rehagro, 02 fev. 2024. Acesso: 27/10/2024. Disponível: <https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/boa-qualidade-da-agua-impacta-toda-producao-de-leite>

MORAIS, M L P. **Nutrição e manejo alimentar para bovinos leiteiros.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2020.

MOTA, V. C.; ANDRADE, E. T. de; LEITE, D. F. **Bed temperature in Compost barns turned with rotary hoe and offset disc harrow.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, maio/jun. 2019.

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, 2020.

MUXFELDT, L. **Qualidade do leite e da cama em sistema Compost barn.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon. 2020.

NEIVA, R. **Girolando incorpora PTA para tolerância ao estresse térmico no sumário.** In: EMBRAPA. Anuário Leite 2023.

OLIVEIRA, M. DA S; TIBURCIO, M; FERREIRA; S. G. C. **Influência do estresse térmico sobre a reprodução de bovinos de corte.** VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, 23 a 26 out. 2012.

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.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**. Juiz de Fora: Comunicado técnico da EMBRAPA, 2004.

RADAVELLI, W. M. **Caracterização do sistema Compost barn em regiões subtropicais brasileiras**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2018. Acesso: 10/10/2024 Disponível: 0000466f.pdf (udesc.br)

REHAGRO. **Estresse térmico em vacas leiteiras: como identificar?** 2018. Acesso em: 11/11/2024. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/estresse-termico/>

REIS, L de S; MARQUES, L R; SANTOS, Sthéfany N dos; PAIM, T do P; GUIMARÃES, T P; MARQUES, T C; LEÃO, K M. **Produção de leite em sistema silvipastoril: Revisão**. Research, Society and Development, 2021. Acesso: 05/11/2024 Disponível: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14043/12670>

RESENDE, B. I., CARVALHO, W. T. V., PEREIRA, R. V. G., TAVARES, Q. G., RIBEIRO, C. H. M., MINIGHIN, D. C., SILVA, L. V., & RODRIGUES, M. J. L. **Impacto dos efeitos ambientais na produção de leite e parâmetros clínicos na raça Holandesa**. 2021.

SANTOS, G M dos; SANTOS, G B; CASTRO, M A S de. **Viabilidade econômica da implantação do sistema Compost barn em uma propriedade em São Pedro do Turvo-SP**. Anais SINTAGRO, Ourinhos-SP, 22 e 23 out. 2019.

SANTOS, G. M.; SANTOS, G. B.; CASTRO, M. A. S. **Viabilidade econômica da implantação do sistema Compost barn em uma propriedade em São Pedro do Turvo-SP**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2021.

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, F. S.; ROSA, Q. S.. **Sistema compostbarn: atuação e viabilidade de implantação na bovinocultura leiteira**. Natural Resources, 2022.

SOUZA, B. F. **Alterações na qualidade do leite causadas pelo estresse por calor em vacas leiteiras.** Trabalho de Conclusão de Curso Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

SUZUKI, R. **Estresse térmico em vacas leiteiras: um mal que se sente na pele.** Bebe douro/SP, 2021. Acesso: 11/11/2024. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/pecuaria/saude-animal/artigos/estresse-termico-em-vacas-leiteiras-um-mal-que-se-sente-na-pele>.

TAKAHASHI, L. S., BILLER, J. D., & TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia Zootécnica.** Jaboticabal. (2009).

VALENTIM, J K; BITTENCOURT, T M; RODRIGUES, R F M; ARAÚJO, G G de A; ALMEIDA, G R de. **Efeito do estresse térmico por calor em vacas leiteiras: bovinocultura de leite, estresse calórico, alterações fisiológicas, conforto térmico, bem-estar.** Nutritime: Revista Eletrônica, 2018.

VASCONCELOS, J L M. **Prejuízos evidentes na reprodução.** 01 dez. 2015. Revista leite integral. Acesso 21/10/2024. Disponível em: <https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/prejuizos-evidentes-na-reproducao>

VILELA, R. A.; LEME, T. M. C., TITTO, C. G., FANTINATO NETO, P., PEREIRA, A. M. F., BALIEIRO, J. C. C., TITTO, E. A. L. **Respostas fisiológicas e comportamentais de vacas Holandesas mantidas em sistema adiabático evaporativo.** Pesq. Vet. Bras. 2013.

## 5. APÊNDICE



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
Escola de Ciências Médicas e da Vida  
Curso de Zootecnia

## RESOLUÇÃO nº038/2020 – CEPE

## APÊNDICE ao TCC

## Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

A estudante Letícia Cardoso Ribeiro, do Curso de Zootecnia, matrícula 20201002700050, telefone:(64) 999066060 e-mail leticiacardosoribeiro2011@hotmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “O SISTEMA DE PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM COMPOST BARN E SEU REFLEXO NO BEM-ESTAR”, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 09 de dezembro de 2024.

Documento assinado digitalmente

gov.br

LETICIA CARDOSO RIBEIRO  
Data: 09/12/2024 16:50:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor:

Nome completo do autor: Letícia Cardoso Ribeiro

Documento assinado digitalmente

gov.br

DELMA MACHADO CANTISANI PADUA  
Data: 10/12/2024 08:35:20-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do professor-orientador:

Nome completo da professora-orientadora: Delma Machado Cantisani Padua