


unesp  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

BACHARELADO EM ZOOTECNIA

VITOR PEREIRA

**EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO SOBRE O BEM-ESTAR DE BOVINOS DE
CORTE E ESTRATÉGIAS PARA AMENIZAR ESSES EFEITOS**

ILHA SOLTEIRA

2025

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

BACHARELADO EM ZOOTECNIA

VITOR PEREIRA

**EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO SOBRE O BEM-ESTAR DE BOVINOS DE
CORTE E ESTRATÉGIAS PARA AMENIZAR ESSES EFEITOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia pela
Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual
Paulista – UNESP.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Chiquitelli Neto

ILHA SOLTEIRA

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

P436e Pereira, Vitor.
Efeitos do estresse térmico sobre o bem-estar de bovinos de corte e estratégias para amenizar esses efeitos / Vitor Pereira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
36 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2025

Orientador: Marcos Chiquitelli Neto
Inclui bibliografia

1. Estresse térmico. 2. Bem-estar animal. 3. Bovinos de corte. 4. Sistemas de produção.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ZOOTECNIA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

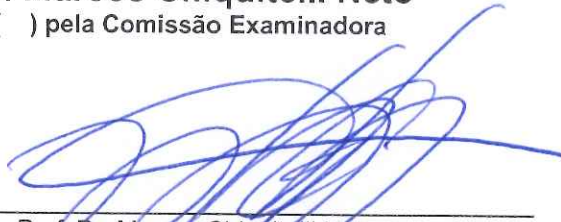
TÍTULO: "EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO SOBRE O BEM-ESTAR DE BOVINOS DE CORTE E ESTRATÉGIAS PARA AMENIZAR ESSES EFEITOS"

ALUNO: VITOR PEREIRA - RA 201053187

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcos Chiquitelli Neto

- Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Marcos Chiquitelli Neto
Presidente (Orientador)



Prof. Dr. André Gustavo Leão

Documento assinado digitalmente

gov.br

PEDRO HENRIQUE COSTA SASSI

Data: 17/12/2025 21:30:33-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ms. Pedro Henrique Costa Sassi

Documento assinado digitalmente

gov.br

VITOR PEREIRA

Data: 17/12/2025 21:45:39-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aluno: Vitor Pereira

Ilha Solteira(SP), 17 de dezembro de 2025.

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Agronomia, Ciências Biológicas, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 Caixa Postal 31 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
tel (18) 3743 1100 fax (18) 3742 2735 stcom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

Dedico esse trabalho para minha família, com carinho.

RESUMO

A produção de bovinos de corte em diferentes sistemas de criação é altamente influenciada por fatores ambientais, sendo o estresse térmico um desafio crítico para o bem-estar, a saúde e o desempenho produtivo. Condições térmicas extremas desencadeiam respostas fisiológicas, metabólicas e comportamentais que afetam consumo alimentar, ganho de peso, imunidade, reprodução e comportamento social. Este trabalho teve como objetivo analisar os efeitos do estresse térmico (calor e frio) sobre bovinos de corte, considerando diferentes sistemas produtivos, bem como identificar estratégias para mitigar esses impactos. Foi realizada uma revisão de literatura, com levantamento de artigos, teses e dissertações recentes, priorizando informações sobre fisiologia, comportamento, produtividade e conforto térmico em confinamento. Os resultados mostram que o calor reduz a ingestão alimentar e aumenta a taxa respiratória e a temperatura corporal; já o frio intensifica o gasto energético e pode reduzir o desempenho quando não há suplementação adequada. Estratégias integradas, como sombreamento, ventilação, barreiras de vento, ajustes nutricionais e tecnologias de monitoramento ambiental, são essenciais para manter os animais dentro da zona de conforto térmico, melhorando desempenho e bem-estar. A integração dessas práticas promove conforto térmico, melhora o desempenho zootécnico e reduz o estresse animal, refletindo em maior produtividade e qualidade da carne. Espera-se que, futuramente, a adoção de tecnologias avançadas e manejo preventivo se torne cada vez mais frequente, garantindo sistemas de produção sustentáveis, éticos e economicamente eficientes, capazes de atender às demandas do mercado e preservar a saúde e o bem-estar dos bovinos de corte.

Palavras-Chave: Estresse Térmico; Bem-estar animal; Bovinos de corte; Sistemas de Produção.

ABSTRACT

The production of beef cattle in different rearing systems is highly influenced by environmental factors, with thermal stress being a critical challenge for well-being, health, and productive performance. Extreme thermal conditions trigger physiological, metabolic, and behavioral responses that affect feed intake, weight gain, immunity, reproduction, and social behavior. This study aimed to analyze the effects of thermal stress (heat and cold) on beef cattle, considering different production systems, as well as to identify strategies to mitigate these impacts. An literature review was conducted, surveying recent articles, theses, and dissertations, prioritizing information on physiology, behavior, productivity, and thermal comfort in the feedlot environment. The results show that heat reduces feed intake and increases respiratory rate and body temperature; cold, on the other hand, intensifies energy expenditure and can reduce performance when adequate supplementation is not provided. Integrated strategies such as shading, ventilation, wind barriers, nutritional adjustments, and environmental monitoring technologies are essential for keeping animals within the thermal comfort zone, improving performance and well-being. The integration of these practices promotes thermal comfort, enhances zootechnical performance, and reduces animal stress, resulting in greater productivity and meat quality. It is expected that, in the future, the adoption of advanced technologies and preventive management will become increasingly frequent, ensuring sustainable, ethical, and economically efficient production systems capable of meeting market demands and preserving the health and well-being of beef cattle.

Keywords: Thermal Stress; Animal Welfare; Beef Cattle; Production Systems.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. METODOLOGIA.....	12
4. REVISÃO DE LITERATURA	14
4.1 ASPECTOS FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DOS BOVINOS DE CORTE.....	14
4.1.1 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E HOMEOSTASE	15
4.2 QUALIDADE DE VIDA E BEM-ESTAR DE BOVINOS DE CORTE.....	16
4.3 TERMORREGULAÇÃO E ZONA DE CONFORTO TÉRMICO	19
4.4 EFEITOS FISIOLÓGICOS, METABÓLICOS E COMPORTAMENTAIS	21
4.5 EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO	23
4.5.1 GANHO MÉDIO DIÁRIO EM CONDIÇÕES DE CALOR E FRIO	23
4.5.2 CONSUMO DE ÁGUA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS	24
4.6 ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA MITIGAÇÃO DO ESTRESSE TÉRMICO	24
4.6.1 AJUSTES NUTRICIONAIS E SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA.....	25
4.6.2 CONFORTO TÉRMICO: ABRIGOS E INFRAESTRUTURA	27
4.6.3 USO DE BARREIRAS NATURAIS: SISTEMAS SILVIPASTORIS.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5.1 EFEITOS SOBRE O CONSUMO ALIMENTAR.....	30
5.2 IMPACTOS SOBRE O CRESCIMENTO E GANHO DE PESO	30
5.3 EFEITOS SOBRE O SISTEMA IMUNOLÓGICO E SAÚDE ANIMAL.....	31
5.4 INTEGRAÇÃO ENTRE CONFORTO TÉRMICO E PRODUTIVIDADE.....	32
6. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A produção de carne bovina é uma atividade de grande relevância econômica, especialmente em países como o Brasil, onde a pecuária de corte constitui um dos pilares da agricultura. A eficiência dessa produção depende de diversos fatores, incluindo o bem-estar e o desempenho dos bovinos, que podem ser significativamente influenciados por condições climáticas extremas, como o frio ou calor intenso (RICCI, 2025). Temperaturas muito baixas aumentam o gasto energético dos animais, reduzindo a eficiência alimentar e tornando-os mais suscetíveis a doenças respiratórias e metabólicas (ALMEIDA *et al.*, 2020). Ao mesmo tempo, temperaturas elevadas, comuns em grande parte do território brasileiro, provocam redução na ingestão de alimento, aumento da frequência respiratória e cardíaca, elevação da temperatura corporal e maior demanda por mecanismos fisiológicos de dissipação de calor, como vasodilatação periférica e sudorese (DE MENEZES *et al.*, 2021).

O conceito de bem-estar animal engloba não apenas a saúde física, mas também o conforto psicológico e a capacidade dos animais de expressarem comportamentos naturais. Em bovinos de corte, o estresse térmico pode provocar alterações fisiológicas, como aumento do metabolismo basal para manutenção da temperatura corporal, redução da eficiência alimentar e mudanças no gasto energético, além de impactar o sistema imunológico, como já mencionado (ALVES; KARVATTE JÚNIOR; OLIVEIRA, 2020). Do ponto de vista comportamental, o estresse térmico pode alterar padrões de ingestão, descanso e interação social. Animais submetidos ao calor extremo tendem a reduzir o tempo de pastejo durante as horas mais quentes do dia, aumentando períodos de repouso em áreas sombreadas. Já no frio, podem buscar abrigo, aglomeração ou reduzir sua atividade para conservar energia (OKE, *et al.*, 2025).

Além dos efeitos diretos das variações térmicas, condições inadequadas de manejo e alojamento podem agravar os impactos negativos do estresse térmico. Problemas como alta densidade de animais em espaços restritos, ventilação insuficiente, falta de abrigo adequado e alimentação insuficiente aumentam o desconforto e a vulnerabilidade dos bovinos (BORGES, 2024). Nesse sentido, o manejo adequado em regiões de baixas temperaturas deve incluir estratégias nutricionais, fornecimento de abrigo, controle ambiental e acompanhamento constante das condições dos animais, de modo a reduzir os efeitos adversos do frio e garantir eficiência produtiva.

Estudos recentes indicam que a implementação de práticas de manejo voltadas à mitigação do estresse térmico não apenas melhora o bem-estar dos animais, mas também tem impacto direto na produtividade, refletindo em ganho de peso adequado, melhor conversão alimentar e qualidade da carne. A compreensão desses efeitos é essencial para a adoção de

medidas preventivas e corretivas que favoreçam a adaptação dos bovinos de corte a condições climáticas adversas, minimizando perdas econômicas e atendendo às exigências do mercado (AZEVEDO *et al.*, 2020).

Diante desse cenário, torna-se fundamental averiguar e discutir as informações existentes na literatura sobre como o estresse térmico afeta a pecuária de corte. A compreensão aprofundada desses fatores, associada ao levantamento de estratégias de mitigação, é essencial para garantir a sustentabilidade produtiva e o bem-estar animal frente aos desafios climáticos atuais.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, os efeitos do estresse térmico sobre o bem-estar e o desempenho de bovinos de corte, bem como levantar as principais estratégias de manejo utilizadas para mitigar tais efeitos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever como as variações extremas de temperatura influenciam a fisiologia e o comportamento de bovinos de corte;
- Identificar os principais impactos do estresse térmico na saúde, no metabolismo e na eficiência produtiva dos animais;
- Relacionar as alterações de bem-estar provocadas pelo clima com as perdas econômicas na pecuária;
- Apontar as estratégias de manejo nutricional e ambiental mais eficazes para a amenização do estresse térmico.

3. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura, para analisar os efeitos do estresse térmico sobre o bem-estar, a saúde e o desempenho de bovinos de corte, assim como para identificar estratégias de manejo que minimizem seus impactos.

Segundo Brizola (2016), a revisão de literatura consiste em um procedimento sistemático de levantamento, análise e síntese de informações publicadas sobre determinado tema, permitindo organizar o conhecimento existente, avaliar criticamente os resultados e identificar lacunas de pesquisa.

A busca bibliográfica foi realizada entre os meses de janeiro e outubro de 2025, por meio de bases de dados especializadas, incluindo SciELO, Embrapa, Google Scholar, Web of Science e periódicos da área de zootecnia e produção animal. Após, no mês de dezembro, realizou-se uma nova busca, para dar ênfase direta no tema.

Foram priorizados artigos publicados nos últimos cinco anos (2020 a 2025), garantindo a atualidade e relevância das informações para a prática de manejo em sistemas de produção de bovinos de corte. Em razão da escassez de estudos específicos sobre o tema e da relevância de determinadas obras clássicas, foram ocasionalmente incluídas teses, dissertações e publicações anteriores a 2020, desde que apresentassem qualidade metodológica reconhecida e contribuições significativas para a compreensão dos efeitos do estresse térmico sobre bovinos de corte.

Foram considerados critérios de inclusão estudos que abordassem a exposição de bovinos de corte a variações de temperatura, analisassem efeitos do frio e do calor sobre parâmetros fisiológicos, metabólicos, comportamentais, produtivos ou de saúde, assim como pesquisas que discutissem estratégias de manejo, como alimentação, suplementação energética, abrigos, densidade animal e conforto térmico. Foram incluídas publicações em português, espanhol e inglês, com acesso completo ao texto. Por outro lado, foram excluídos trabalhos que abordassem espécies não ruminantes, estudos com foco exclusivo em genética, reprodução ou manejo sem relação direta com o estresse térmico, e publicações cuja metodologia ou resultados fossem insuficientemente claros ou não revisados por pares.

A seleção dos estudos seguiu etapas criteriosas, iniciando-se pela leitura de títulos e resumos para avaliação de relevância, seguida da análise completa dos textos que atendiam aos critérios de inclusão, permitindo a extração e categorização das informações por temas relacionados aos efeitos do frio e do calor, e às estratégias de mitigação. A síntese das informações possibilitou identificar padrões, tendências, lacunas de pesquisa e divergências

metodológicas, contribuindo para a compreensão integrada das implicações do estresse térmico sobre os bovinos de corte e fundamentando recomendações de manejo que conciliem produtividade, bem-estar e sustentabilidade.

Dessa forma, a metodologia adotada assegura rigor acadêmico, sistematização na seleção de fontes e análise crítica da literatura, oferecendo suporte confiável para a discussão dos impactos fisiológicos, metabólicos, comportamentais e econômicos do estresse térmico em sistemas de confinamento, bem como para a proposição de estratégias de manejo adequadas às condições adversas de variações de temperatura.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 ASPECTOS FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DOS BOVINOS DE CORTE

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), o rebanho bovino brasileiro atingiu 238,2 milhões de cabeças no final de 2024, o que representa o segundo maior efetivo já registrado na série histórica da pesquisa. Essa magnitude demonstra a importância da pecuária de corte para a economia nacional e ressalta a relevância de estudos que abordem fatores como bem-estar, manejo e estresse térmico, uma vez que um rebanho tão expressivo demanda manejo adequado para garantir saúde, produtividade e sustentabilidade (GOMES *et al.*, 2025).

A produção de bovinos de corte envolve uma complexa interação entre fatores fisiológicos, ambientais e de manejo, os quais impactam diretamente a saúde, o desempenho produtivo e a qualidade da carne. De acordo com Ferracini *et al.* (2024), do ponto de vista fisiológico, a homeostase e a regulação metabólica são fundamentais para o crescimento e o ganho de peso.

Ainda segundo Ferracini *et al.* (2024), sistemas semiextensivos buscam um equilíbrio entre pastagem e suplementação concentrada, enquanto os sistemas intensivos, como o confinamento, permitem dieta controlada e ganhos de peso mais rápidos, porém exigem atenção redobrada ao manejo para evitar estresse e problemas de saúde.

Além disso, fatores ambientais, como temperatura, umidade e vento, exercem influência direta sobre o desempenho e a fisiologia dos bovinos. A exposição a condições climáticas adversas pode reduzir a eficiência alimentar, aumentar o gasto energético com termorregulação e predispor os animais a doenças respiratórias. Conseqüentemente, observa-se uma queda no ganho médio diário (GMD) e no rendimento de carcaça, afetando a rentabilidade do sistema (RICCI, 2025). Estratégias de manejo, como fornecimento de abrigos, sistemas silvipastoris, suplementação energética e ajustes nutricionais, são fundamentais para mitigar os efeitos negativos do clima, garantindo conforto térmico e manutenção do desempenho produtivo (LOTTI; FERRAREZI JUNIOR, 2023; FERRACINI *et al.*, 2024).

Portanto, a compreensão dos aspectos fisiológicos e produtivos dos bovinos de corte, aliada a práticas de manejo que priorizem o bem-estar, é essencial para a sustentabilidade da atividade. Investir em sistemas de produção eficientes, que conciliem ganho de peso, saúde animal e bem-estar, promove não apenas resultados econômicos positivos, mas também atende às demandas sociais por uma pecuária mais ética e responsável.

4.1.1 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E HOMEOSTASE

A fisiologia dos bovinos de corte é um elemento central para a compreensão de seu desempenho produtivo e reprodutivo. A homeostase, definida como a capacidade do organismo de manter um ambiente interno estável, mesmo frente a variações externas, é essencial para a manutenção da saúde, do bem-estar e da eficiência produtiva desses animais (LIMIRO, 2020). Essa estabilidade interna envolve uma complexa interação entre sistemas nervoso, endócrino, cardiovascular e respiratório, garantindo que funções metabólicas críticas, como digestão, termorregulação e reprodução, ocorram de maneira eficiente.

Segundo Limiro (2020), os bovinos são animais homeotérmicos que possuem mecanismos fisiológicos específicos para lidar com mudanças ambientais, especialmente relacionadas à temperatura. Durante exposições a altas variações de temperatura, os animais ativam respostas fisiológicas como aumento da frequência respiratória e cardíaca, sudorese (quando presente, em algumas raças), vasodilatação periférica e alterações no comportamento alimentar, incluindo diminuição da ingestão de alimento para reduzir a produção de calor metabólico (SILVA; TÍTTO, 2024). Esses mecanismos são vitais para evitar hipertermia, que pode comprometer a produtividade, a reprodução e a saúde geral do animal.

O frio intenso provoca alterações fisiológicas nos bovinos, exigindo um maior gasto energético para manutenção da temperatura corporal, aumento da ingestão alimentar e mudanças comportamentais, como aglomeração e busca por abrigo (LIMIRO, 2020). Já em situações de calor extremo, observam-se aumentos significativos na frequência respiratória e cardíaca, redução da ingestão de matéria seca, vasodilatação periférica e, quando a sudorese é ineficiente (em raças com baixa capacidade de sudação ou em ambientes de alta umidade), maior risco de hipertermia (ALMEIDA *et al.*, 2024). Portanto, assim como enfatizam Costa-e-Silva, Ferraz e Macedo (2025), o conhecimento da zona de conforto térmico, faixa de temperatura na qual os animais mantêm sua homeostase sem esforço adicional, é fundamental para otimizar sistemas de produção e reduzir perdas econômicas.

Além dos ajustes fisiológicos, os bovinos apresentam características comportamentais que contribuem para a manutenção da homeostase. Comportamentos como busca de sombra, contato social, mudanças na postura e redução da atividade física são estratégias naturais de regulação térmica. A integração desses comportamentos com o manejo nutricional e a infraestrutura do sistema de produção é essencial para o bem-estar animal e para a produtividade (SILVA *et al.*, 2024). Nesse sentido, Medeiros (2022) descreve as consequências da exposição prolongada ao estresse:

Animais expostos a condições ambientais estressantes tendem a apresentar respostas imediatas e tardias que envolvem mudanças fisiológicas, hormonais e bioquímicas. Observou-se que os níveis hormonais são afetados em animais que permanecem em situação de estresse térmico por longos períodos, podendo promover alterações crônicas e agudas nos hormônios tireoidianos e nas concentrações plasmáticas de cortisol (2022, p. 16).

Com base em Silva *et al.* (2024), o manejo adequado do ambiente, incluindo ventilação, fornecimento de água limpa, sombra e abrigos em sistemas de confinamento, é uma prática imprescindível para manter o equilíbrio fisiológico e reduzir o impacto do estresse ambiental. Estudos mostram que ambientes desconfortáveis aumentam os níveis de cortisol e outros indicadores de estresse, prejudicando a eficiência alimentar, o ganho de peso e a qualidade da carcaça (LIMIRO, 2020).

Além disso, a homeostase influencia diretamente a reprodução dos bovinos. O estresse térmico e ambiental pode comprometer a fertilidade, alterar ciclos hormonais e reduzir a taxa de concepção. Estratégias de manejo que promovem conforto térmico, como o uso de sombreamento, ventilação cruzada e ajustes na suplementação alimentar, são essenciais para a manutenção da eficiência reprodutiva, refletindo na sustentabilidade econômica da pecuária de corte (COSTA-E-SILVA; FERRAZ; MACEDO, 2025).

Portanto, a compreensão das características fisiológicas e dos mecanismos de homeostase dos bovinos de corte é crucial para a elaboração de práticas de manejo que integrem bem-estar, produtividade e sustentabilidade. O conhecimento detalhado desses processos permite ao zootecnista antecipar respostas dos animais a diferentes condições ambientais, implementar estratégias de mitigação de estresse e maximizar o desempenho produtivo e reprodutivo do rebanho, garantindo resultados econômicos e ambientais mais eficientes.

4.2 QUALIDADE DE VIDA E BEM-ESTAR DE BOVINOS DE CORTE

O bem-estar e a qualidade de vida dos bovinos de corte são aspectos essenciais para a sustentabilidade da produção, eficiência econômica e saúde animal. Fatores como espaço adequado, conforto térmico, alimentação balanceada e redução de estresse ambiental influenciam diretamente o desempenho produtivo e a saúde dos animais (PRADO, 2022). Apesar da crescente demanda por bem-estar animal, muitos produtores ainda desconhecem os benefícios diretos de investir na qualidade de vida dos bovinos, como maior produtividade e resistência a doenças (ALMEIDA *et al.*, 2024).

O manejo pré-abate constitui outro fator crítico na bovinocultura de corte. Situações de estresse antes do abate, como transporte inadequado, aglomeração e manipulação brusca,

podem desencadear respostas fisiológicas que aumentam os níveis de cortisol e catecolaminas, reduzindo a qualidade da carne e gerando prejuízos econômicos. Estudos demonstram que práticas de manejo que consideram o bem-estar, como transporte seguro, períodos de descanso e alimentação adequada, contribuem para reduzir o estresse e melhorar o desempenho final do rebanho, conforme enfatiza Alvarenga (2022).

O conceito de bem-estar animal na pecuária de corte evoluiu significativamente nas últimas décadas, incorporando indicadores fisiológicos, comportamentais e metabólicos que permitem avaliar o conforto e a saúde dos animais (SOUZA, 2023). Entre os indicadores fisiológicos destacam-se a frequência cardíaca, a temperatura corporal e os níveis hormonais de estresse; os comportamentais incluem postura, interações sociais e atividades exploratórias; e os metabólicos, como o balanço energético e a eficiência alimentar, refletem o estado nutricional e a capacidade produtiva dos bovinos (LOTTI; FERRAREZI JUNIOR, 2023).

O estresse térmico afeta diretamente fisiologia, comportamento e desempenho produtivo dos bovinos. Em sistemas extensivos, os animais ficam expostos às variações climáticas de forma mais direta, sem as vantagens de infraestrutura como no confinamento. Já nos sistemas semi-intensivos e confinados, embora a infraestrutura proteja contra os extremos climáticos, o estresse térmico também pode ocorrer devido à alta densidade animal e ao controle inadequado de temperatura interna (DE MORAES; ISHIHARA; SOUZA, 2020).

O frio e o calor exigem respostas fisiológicas e comportamentais dos bovinos para que consigam manter sua temperatura corporal dentro dos limites ideais. A exposição a baixas temperaturas exige respostas adaptativas complexas, incluindo ajustes hormonais, metabólicos e comportamentais, para que os animais mantenham a homeostase e preservem a produtividade (ALMEIDA *et al.*, 2020; VIANA, 2021). Em contrapartida, altas temperaturas elevam a temperatura corporal e aceleram a perda de energia por evaporação, o que também compromete o ganho de peso e o consumo alimentar. Ambos os cenários, portanto, exigem estratégias de manejo eficazes para garantir a saúde e o bem-estar dos bovinos.

Nos sistemas extensivos, a exposição direta ao calor intenso durante o verão ou ao frio intenso no inverno é um grande desafio. Durante o calor, a falta de sombra natural ou artificial e a maior exposição ao sol podem causar redução da ingestão alimentar e aumento do risco de hipertermia. Além disso, a umidade pode agravar o quadro de calor, dificultando a dissipação do calor corporal dos animais. No inverno, o frio pode ser igualmente desafiador, especialmente em regiões mais ao sul do Brasil, onde as baixas temperaturas podem exigir um aumento considerável na ingestão de alimento para a manutenção da temperatura corporal, comprometendo o desempenho e a eficiência alimentar (EMBRAPA, 2023).

Já nos sistemas semi-intensivos, os bovinos geralmente têm acesso a áreas de pastagem, mas também contam com suplementação alimentar e algumas estruturas básicas para proteção contra o clima. Em ambientes quentes, a disponibilidade de sombra, acesso à água fresca e a presença de cochos cobertos ajudam a mitigar o estresse térmico. Contudo, quando o calor é excessivo, mesmo sistemas semi-intensivos podem sofrer com o aumento da temperatura interna dos animais e o risco de desidratação. No frio, os animais também podem enfrentar desafios, principalmente em áreas onde há ventos fortes ou falta de abrigo (EMBRAPA, 2023).

Nos sistemas confinados, as condições térmicas são mais controladas, mas ainda assim, o estresse térmico é uma preocupação significativa. O calor se torna um problema devido à alta densidade animal e à ventilação insuficiente, principalmente em dias quentes, quando o calor metabólico dos bovinos é elevado. As temperaturas internas elevadas podem levar a redução da ingestão alimentar e da eficiência alimentar, bem como a distúrbios metabólicos. Por outro lado, no inverno, a falta de proteção contra o frio ou a umidade pode comprometer a saúde dos bovinos, tornando-os mais vulneráveis a doenças respiratórias e ao aumento do gasto energético (KIM; GHASSEMI NEJAD; LEE, 2023).

O investimento em tecnologias de confinamento, incluindo automação na distribuição de alimentos, uso de raças de alto potencial produtivo, cercas e pisos adequados, embora positivo para a eficiência, muitas vezes não contempla plenamente o conforto térmico e o bem-estar animal. Conseqüentemente, os bovinos podem não expressar todo seu potencial produtivo, tornando necessária a adoção de estratégias integradas que conciliem produtividade e qualidade de vida (ALMEIDA *et al.*, 2024).

O manejo adequado em sistemas confinados deve considerar densidade populacional controlada, acesso a áreas de descanso confortáveis e monitoramento constante de indicadores de estresse físico e comportamental (ALMEIDA *et al.*, 2024; LOTTI; FERRAREZI JÚNIOR, 2023). Além disso, tecnologias também contribuem para a regulação térmica geral, promovendo conforto, saúde e desempenho animal (PRADO, 2022).

A infraestrutura adequada é essencial para garantir o conforto térmico e o bem-estar de bovinos e estruturas como galpões cobertos e sistemas tipo compost barn protegem os animais de vento, chuva e frio intenso, enquanto o isolamento térmico com painéis, telhas ou mantas reduz a perda de calor. A ventilação controlada permite a entrada de ar fresco sem comprometer a temperatura interna, prevenindo acúmulo de umidade e gases nocivos e promovendo saúde respiratória e conforto geral (PINTO *et al.*, 2025).

Tecnologias modernas também auxiliam na manutenção do conforto térmico. Sensores de conforto, como o In_Comfort_Sensor, monitoram em tempo real temperatura, umidade e

comportamento animal, possibilitando ajustes imediatos na ventilação e iluminação (ARAÚJO, 2024). A integração de estrutura adequada, isolamento térmico, ventilação controlada e monitoramento eletrônico garante que os bovinos permaneçam em condições ideais, reduzindo estresse térmico, promovendo bem-estar e refletindo positivamente na produtividade e saúde dos animais (PINTO *et al.*, 2025).

4.3 TERMORREGULAÇÃO E ZONA DE CONFORTO TÉRMICO

A termorregulação é um processo fisiológico essencial que permite aos bovinos manterem a homeostase frente a variações ambientais, garantindo que o organismo se adapte sem comprometer a produtividade (ALVES *et al.*, 2020). E em sistemas onde os animais possuem mobilidade restrita e elevada densidade populacional, a eficiência da termorregulação torna-se ainda mais crítica, pois o estresse térmico pode afetar diretamente o consumo de alimento, o ganho de peso e a saúde geral dos animais (LIMA E SILVA *et al.*, 2024).

As variáveis climáticas, como a temperatura do ar, a umidade e os eventos climáticos extremos, desempenham papéis centrais na avaliação do impacto do frio e do calor sobre os animais. Garantir que os bovinos sejam alimentados adequadamente e mantidos dentro da zona de conforto térmico é essencial para que possam expressar seu pleno potencial genético, resultando em maior eficiência produtiva e melhor qualidade do produto.

A zona de conforto térmico, definida como a faixa de temperatura em que os bovinos mantêm a temperatura corporal sem esforço adicional, é um indicador fundamental para o bem-estar e desempenho produtivo (MORAES; ISHIHARA; SOUZA, 2020). De acordo com Almeida (2020), quando os animais permanecem fora dessa faixa, ocorre aumento do metabolismo basal e alterações fisiológicas que prejudicam a conversão alimentar e a eficiência produtiva.

Em sistemas extensivos, a termorregulação é especialmente desafiada devido à maior exposição dos bovinos às variações climáticas. A radiação solar direta, a ausência de sombra, a umidade elevada, ventos frios ou chuvas intensas podem levar tanto ao estresse por calor quanto ao estresse por frio. Nos sistemas semi-intensivos, embora exista algum suporte estrutural, os bovinos ainda dependem de microclimas variáveis e estão sujeitos a oscilações térmicas em períodos extremos (SHEPHARD; MALONEY, 2023).

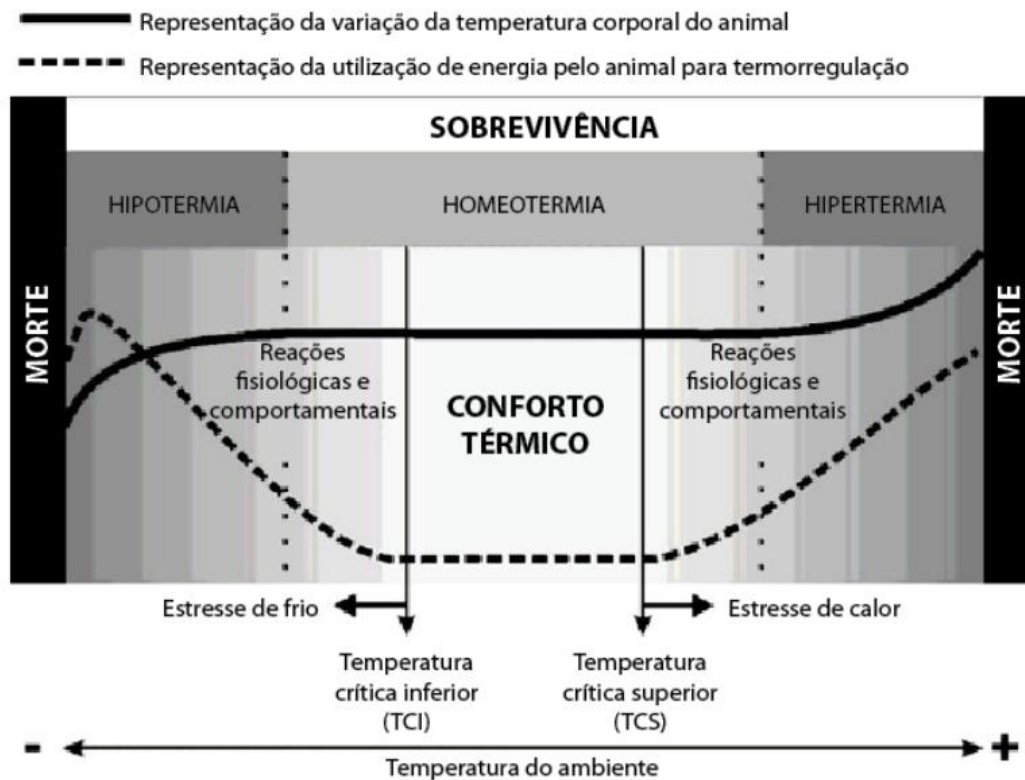
Já nos confinamentos, a limitação de microclimas e a maior densidade animal aumentam a produção de calor metabólico, dificultando a dissipação térmica nos períodos quentes; enquanto no inverno, a falta de isolamento adequado e a presença de umidade podem

intensificar a perda de calor corporal. Assim, em todos os sistemas produtivos, o controle microclimático é essencial para manter os animais dentro da zona de conforto térmico (LIMA E SILVA *et al.*, 2024; MORAES; ISHIHARA; SOUZA, 2020).

Com base nos estudos de Alves *et al.* (2020), tecnologias modernas como a termografia por infravermelho permitem monitorar a temperatura corporal dos animais de forma não invasiva, identificando precocemente situações de estresse térmico e auxiliando na tomada de decisões voltadas ao conforto e bem-estar em sistemas intensivos.

A Figura 1 apresenta a dinâmica da termorregulação em animais homeotérmicos, mostrando como a temperatura corporal e o gasto energético variam conforme a temperatura ambiente. No centro do gráfico encontra-se a zona de conforto térmico, situada entre a Temperatura Crítica Inferior (TCI) e a Temperatura Crítica Superior (TCS), faixa em que o animal mantém a homeotermia sem demandar gasto energético adicional. À medida que a temperatura ambiente se desloca para valores inferiores à TCI, instala-se o estresse por frio, exigindo reações fisiológicas e comportamentais de conservação de calor. Quando a temperatura ultrapassa a TCS, ocorre o estresse por calor, levando o organismo a adotar mecanismos de dissipação térmica para evitar a hipertermia, como sudorese, aumento da frequência respiratória e vasodilatação periférica.

Figura 1 - Dinâmica da Termorregulação em Animais Homeotérmicos



Fonte: NICODEMO *et al.* (2018).

A sobrevivência dos animais homeotérmicos depende diretamente da capacidade de manter sua temperatura corporal dentro de limites fisiológicos seguros. Fora da zona de conforto térmico, tanto o frio quanto o calor extremo aumentam significativamente o gasto energético e impõem desafios severos ao organismo, podendo resultar em hipotermia ou hipertermia e, em casos extremos, levar à morte. Assim, a termorregulação se destaca como um mecanismo vital para o equilíbrio metabólico e para a manutenção da vida.

A zona de termoneutralidade é delimitada pela temperatura crítica inferior e pela temperatura crítica superior. Quando a temperatura cai abaixo da temperatura crítica inferior, o animal sofre estresse causado pelo frio; já quando a temperatura ultrapassa a temperatura crítica superior, o estresse é causado pelo calor.

Portanto, entender as implicações do estresse térmico sobre os bovinos e adotar estratégias adequadas de manejo são fundamentais para minimizar seus impactos negativos, promovendo a saúde dos animais e a sustentabilidade da produção agropecuária. O estudo contínuo dessas condições e a implementação de práticas eficientes são vitais para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir a viabilidade econômica da produção de carne e leite.

4.4 EFEITOS FISIOLÓGICOS, METABÓLICOS E COMPORTAMENTAIS

O estresse térmico, seja provocado pelo frio ou pelo calor, exerce impactos significativos sobre a fisiologia, metabolismo e comportamento dos bovinos, influenciando diretamente o desempenho produtivo e o bem-estar animal. Conforme Silva *et al.* (2024), o conforto térmico é essencial para que os animais mantenham homeostase, evitando alterações fisiológicas que podem comprometer a saúde.

Do ponto de vista fisiológico, exposições prolongadas a baixas temperaturas elevam a taxa metabólica basal dos bovinos, resultando em aumento do consumo de energia para manutenção da temperatura corporal (MORAES; ISHIHARA; SOUZA, 2020). Em resposta ao frio, ocorre vasoconstrição periférica e aumento da frequência respiratória e cardíaca, mecanismos que visam preservar o calor interno (KIM; GHASSEMI NEJAD; LEE, 2023).

Por outro lado, o estresse por calor desencadeia mecanismos fisiológicos opostos. Para dissipar o excesso de calor, os bovinos aumentam a taxa respiratória, intensificam a sudorese, elevam a vasodilatação periférica e reduzem a ingestão de matéria seca (SILVA *et al.*, 2024). Em sistemas extensivos sem sombra ou em confinamentos com ventilação insuficiente, a hipertermia pode se instalar rapidamente, afetando a saúde e reduzindo a eficiência metabólica.

Ferramentas como a termografia por infravermelho têm se mostrado eficientes para monitorar tanto o acúmulo quanto a perda de calor corporal, auxiliando na identificação precoce de animais em estresse térmico e orientando práticas de manejo mais adequadas (ALVES *et al.*, 2020).

No aspecto metabólico, o frio estimula a mobilização de reservas energéticas, como lipídios e glicogênio, para sustentar a termogênese. Conforme Moraes; Ishihara; Souza (2020), essa demanda energética extra pode reduzir a eficiência alimentar e impactar o ganho de peso, especialmente em sistemas de confinamento sem adequada proteção contra intempéries. Além disso, a exposição a baixas temperaturas pode alterar o perfil hormonal, aumentando os níveis de cortisol, hormônio relacionado ao estresse térmico (MORAES; ISHIHARA; SOUZA, 2020).

Além das alterações hormonais, a qualidade da interação humano-animal desempenha um papel crucial na modulação das respostas de estresse. Souza (2023) destaca que interações negativas e o manejo agressivo geram medo e reatividade nos bovinos, dificultando as práticas rotineiras e aumentando o risco de acidentes. Animais que associam a presença humana a estímulos aversivos apresentam maior frequência cardíaca e níveis elevados de cortisol antes mesmo do manejo físico, criando um ciclo vicioso que prejudica o bem-estar geral e a eficiência das operações no curral.

Durante o estresse por calor, o metabolismo sofre redução da taxa de ingestão de alimento, diminuição da atividade ruminal e alteração no balanço eletrolítico. Há aumento do cortisol e de outros hormônios relacionados ao estresse térmico, além de maior risco de acidose e distúrbios metabólicos em confinamentos (SILVA *et al.*, 2024). Em sistemas extensivos e semi-intensivos, quando o calor é intenso, a limitação de sombra natural ou artificial intensifica esses efeitos metabólicos (WINDERS *et al.*, 2023.).

Comportamentalmente, os bovinos adaptam-se ao frio buscando áreas de abrigo ou sombreamento, ajustando a postura corporal e a densidade do grupo (KIM; GHASSEMI NEJAD; LEE, 2023). Tais estratégias reduzem a perda de calor e melhoram o conforto térmico. No entanto, a falta de áreas de proteção, como sombra ou cortinas de vento, aumenta o estresse, o que pode prejudicar o desempenho zootécnico e financeiro (DIAN *et al.*, 2020).

Quando submetidos ao calor excessivo, os bovinos modificam significativamente seu comportamento. Aumentam o tempo em pé, reduzem o período de pastejo nos horários quentes, concentram a busca por sombra, aumentam o consumo de água e se posicionam contra o vento para melhorar a dissipação de calor (EMBRAPA, 2023). Em confinamento, o aumento de agitação, a redução da ruminação e o agrupamento em locais ventilados são comportamentos indicativos de desconforto térmico.

Todos esses comportamentos refletem tentativas naturais de minimizar a carga térmica e manter a homeostase, porém, quando o ambiente não proporciona alternativas adequadas, o estresse térmico se intensifica e o desempenho produtivo é comprometido.

Portanto, o manejo adequado frente a baixas temperaturas, incluindo o fornecimento de abrigo, alimentação estratégica e monitoramento do bem-estar, é fundamental para minimizar os impactos fisiológicos, metabólicos e comportamentais do estresse térmico sobre bovinos de corte. A compreensão desses efeitos permite que o produtor tome decisões baseadas em evidências, promovendo produtividade e qualidade de vida animal.

4.5 EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO

O desempenho produtivo de bovinos de corte é intrinsecamente ligado à capacidade do animal de manter sua homeostase térmica. Quando a carga de calor ambiental excede os limites de tolerância do animal, ocorre um redirecionamento da energia metabolizável — que seria destinada à deposição de tecidos e ganho de peso — para a ativação de mecanismos termorregulatórios, como o aumento da frequência respiratória e sudorese. Esse processo resulta em perdas significativas na eficiência alimentar e no ganho de peso final.

4.5.1 GANHO MÉDIO DIÁRIO EM CONDIÇÕES DE CALOR E FRIO

O ganho médio diário (GMD) de bovinos de corte apresenta variações significativas em função das condições térmicas ambientais. Em situações de estresse térmico por calor, diversos estudos relatam redução do desempenho produtivo quando comparado a períodos de clima ameno ou frio, em razão do maior gasto energético destinado à manutenção da homeotermia.

Maia et al. (2023), ao avaliarem bovinos Nelore em sistema de confinamento, observaram que animais mantidos em baias sem acesso à sombra apresentaram menor ganho médio diário (1,565 kg d⁻¹) durante períodos quentes, enquanto animais alojados em baias com sombreamento artificial apresentaram melhor desempenho produtivo (1,657 kg d⁻¹).

É relevante notar que essa diferença de 5% no GMD ocorreu mesmo na ausência de diferenças significativas no consumo de matéria seca entre os tratamentos. Esses resultados indicam que a presença de sombra favorece a eficiência de utilização da energia ingerida em condições de elevada carga térmica ambiental, refletindo em carcaças 8 kg mais pesadas (326,51 kg vs. 317,97 kg) ao final do ciclo (MAIA *et al.* 2023).

Os autores também relataram que, em períodos de clima mais ameno, as diferenças no ganho médio diário entre animais com e sem acesso à sombra foram menos pronunciadas,

evidenciando que o impacto do estresse térmico sobre o desempenho produtivo torna-se mais relevante sob condições de calor intenso.

4.5.2 CONSUMO DE ÁGUA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS

O consumo de água por bovinos de corte é diretamente influenciado pela temperatura ambiente e pela carga térmica incidente sobre os animais. Em períodos de calor intenso, observa-se aumento da ingestão hídrica como resposta fisiológica destinada a auxiliar na dissipação do calor corporal, na manutenção do equilíbrio térmico e na compensação das perdas por evaporação.

De acordo com Maia et al. (2023), bovinos alojados em confinamentos sem sombreamento apresentaram maior consumo médio de água ($36,1 \text{ L animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$) quando comparados aos animais mantidos em baias com acesso à sombra ($34,9 \text{ L animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$). Essa diferença torna-se ainda mais expressiva durante dias classificados como muito quentes, nos quais os animais expostos diretamente à radiação consumiram $40,73 \text{ L d}^{-1}$, enquanto os animais em sombra consumiram $37,30 \text{ L d}^{-1}$, uma economia de $3,43 \text{ L d}^{-1}$ por animal.

Os autores associam essa resposta à maior exigência fisiológica imposta pelo estresse térmico, refletida principalmente no aumento da frequência respiratória e da temperatura corporal dos animais expostos diretamente à radiação solar. Em períodos de temperaturas mais baixas, o consumo de água foi reduzido de forma geral, independentemente do tratamento, indicando que a demanda hídrica acompanha as variações térmicas ambientais e a intensidade dos mecanismos de termorregulação acionados pelos animais.

4.6 ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA MITIGAÇÃO DO ESTRESSE TÉRMICO

A adoção de estratégias de manejo voltadas à mitigação do estresse térmico é essencial para garantir o bem-estar e o desempenho produtivo dos bovinos de corte. Tais estratégias devem ser adaptadas às características de cada sistema de produção (extensivo, semi-intensivo e confinamento), reconhecendo que todos apresentam desafios específicos. Conforme Silva et al. (2024), manter os animais dentro da faixa de conforto térmico reduz as respostas fisiológicas de estresse e favorece a homeostase, impactando diretamente a saúde e a produtividade.

Entre as estratégias mais eficientes, destaca-se a melhoria da infraestrutura, incluindo a instalação de abrigos, cortinas de proteção contravento e o uso de áreas de sombreamento (SILVA et al., 2024). Conforme Moraes, Ishihara e Souza (2020), a termorregulação dos bovinos depende não apenas da temperatura ambiental, mas também da disponibilidade de

espaços protegidos que permitam o comportamento natural de abrigo e aglomeração, reduzindo a perda de calor corporal.

Com base em Kim, Ghassemi Nejad e Lee (2023), durante períodos frios, a exigência energética dos bovinos aumenta devido ao maior gasto calórico para manutenção da temperatura corporal. Assim, oferecer dietas com maior densidade energética, associadas a suplementos proteicos e minerais adequados, contribui para manter o ganho de peso e reduzir o impacto metabólico do frio.

Já em situações de calor excessivo, a mitigação depende principalmente da redução da carga térmica recebida pelo animal. Em sistemas extensivos, o fornecimento de áreas sombreadas é essencial para diminuir a radiação solar direta, enquanto em sistemas semi-intensivos e confinamentos, a utilização de ventilação adequada, exaustores, nebulização ou aspersão contribui para aumentar a dissipação de calor corporal. O acesso constante a água limpa e fresca é indispensável em todos os sistemas, pois o consumo hídrico aumenta significativamente durante ondas de calor. A combinação dessas medidas reduz a hipertermia, melhora o consumo de alimento e favorece a estabilidade fisiológica dos bovinos (LIMA E SILVA *et al.*, 2024; PINTO *et al.*, 2025).

De acordo com Moraes, Ishihara e Souza (2020) permitir que os bovinos utilizem áreas protegidas e adotar práticas que incentivem a movimentação moderada ajuda a estimular a circulação sanguínea e reduzir os efeitos do estresse térmico. Além disso, o monitoramento constante por meio de indicadores fisiológicos e ferramentas como a termografia por infravermelho permite avaliar a resposta dos animais e ajustar estratégias de manejo conforme necessário (ALVES *et al.*, 2020).

Portanto, a integração de infraestrutura adequada, alimentação estratégica e monitoramento constante constitui a base para mitigar os efeitos do estresse térmico. Tais medidas não apenas promovem o bem-estar animal, como também asseguram maior eficiência produtiva, refletindo positivamente no desempenho zootécnico e financeiro dos bovinos.

4.6.1 AJUSTES NUTRICIONAIS E SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA

Os ajustes nutricionais desempenham papel fundamental na mitigação dos efeitos do estresse térmico em bovinos de corte e devem ser cuidadosamente planejados conforme o sistema de produção. Durante períodos de baixas temperaturas, os bovinos apresentam aumento significativo da demanda energética devido à necessidade de manter a temperatura corporal, o que pode gerar queda no desempenho produtivo e impactos econômicos consideráveis

(GUSMÃO, 2025). Assim, a suplementação energética adequada torna-se essencial para evitar a mobilização excessiva de reservas corporais e prevenir perdas de peso, especialmente em sistemas extensivos, onde os animais estão mais expostos ao frio e a oscilações na qualidade da forragem.

De acordo com Barros (2024), a suplementação energética adequada, como inclusão de fontes lipídicas, carboidratos de alta digestibilidade e suplementação proteica e mineral, auxiliam na manutenção do equilíbrio metabólico durante o inverno, sendo uma estratégia essencial para minimizar o efeito do frio sobre o metabolismo, reduzindo a mobilização excessiva de reservas corporais e prevenindo perdas de peso. Silva *et al.* (2024) destacam que essas dietas, quando aliadas à oferta adequada de água limpa e temperaturas de cocho adequadas, ajudam a garantir conforto térmico e reduzem o estresse metabólico.

A estratégia nutricional no frio baseia-se no princípio do incremento calórico decorrente da fermentação ruminal. Dietas com maior teor de fibra, quando fornecidas em equilíbrio com a energia, aumentam a produção de calor endógeno durante o processo digestivo, auxiliando na termorregulação natural do animal (ALMEIDA *et al.*, 2024). No entanto, é crucial monitorar a qualidade dessa fibra, pois forragens de baixíssima digestibilidade podem limitar o consumo físico por enchimento ruminal, impedindo que o animal atenda suas exigências energéticas aumentadas para manutenção da temperatura corporal.

No caso do calor, entretanto, o desafio nutricional apresenta características distintas. As altas temperaturas reduzem o consumo de matéria seca, prejudicam a fermentação ruminal e aumentam o risco de distúrbios metabólicos. Portanto, ajustes nutricionais também são indispensáveis para minimizar os impactos do estresse térmico quente. Dietas formuladas com menor produção de calor metabólico, maior proporção de ingredientes de fácil digestão e inclusão de eletrólitos contribuem para manter o consumo e a hidratação adequada dos bovinos (VIANA, 2021). Em sistemas extensivos, a suplementação estratégica em horários mais frescos do dia favorece o comportamento de pastejo e melhora o aproveitamento nutricional. Já no confinamento, ajustes no fornecimento da alimentação e a oferta constante de água fresca ajudam a mitigar a queda do consumo durante ondas de calor (BATISTA *et al.*, 2020).

Moraes, Ishihara e Souza (2020) reforçam que ajustes nutricionais combinados a práticas de manejo, como fornecimento de água limpa e áreas protegidas, potencializam a produtividade e reduzem o estresse metabólico.

Portanto, a integração de estratégias nutricionais, suplementação energética e manejo adequado constitui a base para mitigar os efeitos do estresse térmico em bovinos de corte, assegurando desempenho zootécnico e econômico satisfatórios.

4.6.2 CONFORTO TÉRMICO: ABRIGOS E INFRAESTRUTURA

O conforto térmico é um fator determinante para o bem-estar e a produtividade de bovinos em todos os sistemas produtivos. Estudos recentes destacam que a inadequação das condições ambientais, incluindo temperatura, umidade e ventilação, pode impactar negativamente o comportamento, a saúde e o desempenho produtivo dos animais (PINTO *et al.*, 2025; MORAES *et al.*, 2020; ARAÚJO, 2024).

Estratégias estruturais incluem abrigo adequado, isolamento térmico e ventilação controlada, que permitem a manutenção de temperaturas estáveis e evitam estresse térmico extremo. Tecnologias como sensores ambientais para monitoramento de temperatura, umidade e qualidade do ar, além de sistemas de ventilação automatizados, possibilitam ajustes contínuos das condições internas, garantindo que os animais permaneçam em sua zona de conforto térmico (PINTO *et al.*, 2025; MORAES *et al.*, 2020). Além disso, o uso de pisos com materiais isolantes e camas secas contribui para reduzir a perda de calor por condução e melhora a qualidade do descanso.

Em regiões de clima quente, a oferta de sombra, ventilação adequada e materiais construtivos que reduzam o acúmulo de calor são recursos indispensáveis. Em sistemas extensivos, a presença de árvores e estruturas de sombreamento reduz a radiação direta e evita a elevação excessiva da temperatura corporal dos animais. Em ambientes semi-intensivos e confinamentos, o uso de galpões bem ventilados, coberturas térmicas e sistemas de resfriamento, como aspersores e ventiladores, contribui para a manutenção de temperaturas internas mais amenas, favorecendo o consumo alimentar e o bem-estar (LIMA E SILVA *et al.*, 2024).

Por outro lado, durante períodos de frio intenso, a infraestrutura deve ser orientada para proteger os bovinos da perda excessiva de calor. Galpões cobertos, cortinas de vento, camas secas e isolamento térmico são medidas fundamentais em sistemas confinados, prevenindo hipotermia e reduzindo o gasto energético. Em sistemas extensivos e semi-intensivos, áreas elevadas, abrigos naturais e barreiras físicas são essenciais para reduzir a exposição a ventos frios e umidade (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Pinto *et al.* (2025) avaliaram índices de conforto térmico em vacas leiteiras em um sistema de confinamento do tipo compost barn na Amazônia ocidental, evidenciando que a infraestrutura adequada, aliada à ventilação natural e ao manejo correto da cama, contribui para reduzir o estresse térmico e melhorar o bem-estar animal.

Da mesma forma, Moraes *et al.* (2020), em revisão bibliográfica, reforçaram que o conforto térmico influencia diretamente a produção pecuária, sendo essencial o monitoramento

contínuo de parâmetros ambientais e comportamentais para otimizar o desempenho dos bovinos.

Além das estruturas físicas básicas, o conceito de enriquecimento ambiental tem ganhado espaço como ferramenta para melhorar a qualidade de vida em sistemas intensivos. Conforme aponta Souza (2023), o enriquecimento pode ser físico, sensorial ou alimentar, tendo o propósito de auxiliar os animais na adaptação ao cativeiro e reduzir a frustração causada pelo tédio. Em confinamentos de corte, a instalação de dispositivos simples, como coçadores mecânicos ou estáticos, permite que os animais expressem comportamentos naturais de autolimpeza, reduzindo a tensão social e promovendo um estado afetivo positivo que contribui para o equilíbrio imunológico.

Além disso, Araújo (2024) demonstrou, em monitoramento de currais de confinamento, que o uso de sensores específicos, como o *In_Comfort_Sensor*, permite identificar áreas com maior risco de desconforto térmico, possibilitando ajustes na infraestrutura e no manejo. Esses achados indicam que a combinação de projetos arquitetônicos adequados, monitoramento ambiental e práticas de manejo contribui significativamente para a manutenção do conforto térmico, promovendo bem-estar e produtividade nos sistemas de produção bovina.

4.6.3 USO DE BARREIRAS NATURAIS: SISTEMAS SILVIPASTORIS

As barreiras naturais e os sistemas silvipastoris representam alternativas sustentáveis e eficazes para a mitigação do estresse térmico em bovinos de corte, com benefícios aplicáveis aos sistemas extensivo, semi-intensivo e até mesmo aos confinamentos de maior escala. A presença de árvores, cercas vivas e vegetação estrategicamente posicionadas fornece sombra, reduz a radiação direta e atua como quebra-vento, diminuindo o gasto energético dos animais para manutenção da temperatura corporal (BETTENCOURT *et al.*, 2022).

A eficácia dos sistemas silvipastoris transcende o simples bloqueio da radiação solar direta. Leite *et al.* (2023) ressaltam que a presença do componente arbóreo altera o microclima local, reduzindo a temperatura do solo e aumentando a umidade do ar através da evapotranspiração das árvores. Esse efeito microclimático cria zonas de conforto térmico mais estáveis ao longo do dia, permitindo que os bovinos mantenham atividades de pastejo por períodos mais prolongados, inclusive nas horas que seriam termicamente estressantes em sistemas de pastagem degradada ou a pleno sol. Essas soluções, quando combinadas com tecnologias de monitoramento e manejo adequado, permitem um controle mais eficiente do ambiente, promovendo bem-estar animal, redução do estresse térmico e melhoria no

desempenho produtivo, incluindo ganho de peso, eficiência alimentar e qualidade da carne (LEITE *et al.*, 2023).

Portanto, em qualquer sistema produtivo, a adoção de barreiras naturais e o uso de sistemas silvipastoris representam uma abordagem completa, economicamente viável e ambientalmente sustentável para mitigar os impactos tanto do frio quanto do calor em bovinos de corte, garantindo bem-estar e desempenho superior.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EFEITOS SOBRE O CONSUMO ALIMENTAR

A literatura demonstra que tanto o frio quanto o calor influenciam diretamente o consumo de alimento em bovinos de corte, embora de maneiras distintas e com intensidades que variam conforme o sistema produtivo. De acordo com Almeida *et al.* (2020) e Viana (2021), o frio intenso aumenta o gasto energético necessário para manter a homeotermia, o que pode reduzir a eficiência alimentar caso o fornecimento nutricional não seja ajustado. Souza *et al.* (2025) observaram que a exposição solar limitada e a ausência de abrigo adequado diminuem a ingestão de matéria seca, comprometendo o ganho de peso esperado em sistemas intensivos. Similarmente, Rodrigues (2023) reportou que animais jovens ou menos adaptados ao frio apresentam maior sensibilidade às baixas temperaturas, reduzindo a ingestão e alterando o comportamento alimentar.

Por outro lado, o calor excessivo gera efeito oposto: diminuição da ingestão alimentar. Durante ondas de calor, os bovinos reduzem o consumo de matéria seca como estratégia fisiológica para minimizar a produção interna de calor decorrente da fermentação ruminal. Esse efeito é mais pronunciado em confinamentos com alta densidade animal e ventilação inadequada, mas também se observa em sistemas extensivos sem sombreamento natural ou artificial, onde a radiação solar direta e o aumento da temperatura do solo elevam a carga térmica sobre os animais (BATISTA *et al.*, 2020). Rodrigues (2023) reforça que raças menos adaptadas ao calor apresentam queda ainda mais acentuada no consumo.

Tais alterações comportamentais refletem diretamente na produtividade, uma vez que a energia destinada à manutenção térmica compete com a energia para crescimento e deposição muscular (ALMEIDA *et al.*, 2020; PINTO *et al.*, 2025). Estudos de Moraes, Ishihara e Souza (2020) corroboram que o manejo inadequado, sem estratégias de mitigação, exacerba a diminuição do consumo alimentar, evidenciando a necessidade de intervenções estruturais e nutricionais.

5.2 IMPACTOS SOBRE O CRESCIMENTO E GANHO DE PESO

O desempenho produtivo dos bovinos, em especial o ganho de peso e o crescimento, é altamente sensível às condições térmicas do ambiente. No frio, o aumento do metabolismo basal para manutenção da homeotermia direciona energia que seria destinada ao crescimento para a produção de calor, resultando em menores taxas de ganho de peso quando não há suplementação adequada (ALMEIDA *et al.*, 2020). Em sistemas extensivos, a combinação de

vento frio, chuva e escassez de forragem pode acentuar a perda de peso (EMBRAPA, 2023). Já em confinamentos, a ausência de barreiras contra ventos fortes, pisos molhados e falta de isolamento térmico intensificam esse impacto (PINTO *et al.*, 2025).

No calor, o comprometimento do desempenho é igualmente significativo. Elevadas temperaturas ambientais afetam a ingestão alimentar, a fisiologia ruminal e a taxa de crescimento, reduzindo o ganho médio diário. O excesso de calor intensifica a frequência respiratória, aumenta o gasto energético destinado à dissipação de calor e diminui a eficiência metabólica (SHEPHARD; MALONEY 2023). Ambientes extensivos sem sombra e confinamentos com ventilação inadequada elevam o risco de hipertermia, causando redução acentuada do crescimento. Dian *et al.* (2020) observaram que a ausência de sombreamento ou sistemas de resfriamento compromete severamente o desempenho produtivo em dias quentes.

Ferracini *et al.* (2024) enfatizam que a integração de tecnologias como sensores de monitoramento térmico e sombreamento artificial permite ajustar o manejo alimentar e reduzir o impacto negativo do estresse térmico sobre o desempenho. O uso de sensores, por exemplo, possibilita detectar rapidamente variações de temperatura que exigem ajustes no fornecimento de alimento ou suplementação energética, garantindo melhor desempenho animal.

Além disso, de acordo com Maia *et al.* (2023), durante períodos caracterizados por elevada carga térmica ambiental, bovinos mantidos em sistema de confinamento sem acesso à sombra apresentaram menor ganho médio diário (1,565 kg) e maior consumo de água (36,1 L) quando comparados aos animais alojados em baias com sombreamento artificial (1,657 kg e 34,9 L, respectivamente). Os autores relatam que essas diferenças foram mais evidentes em dias classificados como muito quentes, nos quais a ausência de sombra elevou o consumo hídrico para 40,73 L d⁻¹, enquanto, em períodos de clima mais ameno, os efeitos do sombreamento sobre essas variáveis foram menos expressivos.

5.3 EFEITOS SOBRE O SISTEMA IMUNOLÓGICO E SAÚDE ANIMAL

O estresse térmico influencia significativamente a saúde e o sistema imunológico dos bovinos de corte. O frio intenso aumenta a suscetibilidade a doenças respiratórias e metabólicas, especialmente em animais confinados com densidade populacional elevada (ALMEIDA *et al.*, 2020). O estresse fisiológico causado pela perda de calor eleva a produção de hormônios de estresse, como cortisol, que pode comprometer a imunidade, favorecendo infecções oportunistas (ALVARENGA, 2022; COSTA-E-SILVA *et al.*, 2025).

O calor excessivo também compromete a imunidade. Alta temperatura e umidade relativa elevam o risco de desidratação, acidose ruminal, pneumonias térmicas, hipertermia severa e distúrbios metabólicos (ALMEIDA, 2024). Em confinamentos sem ventilação adequada, a concentração de gases, como amônia, somada ao estresse térmico quente, aumenta a incidência de problemas respiratórios e queda no bem-estar. Costa-e-Silva *et al.* (2025) destacam que a exposição ao calor intenso aumenta significativamente os níveis de cortisol, reduz a eficiência imunológica e compromete a saúde.

A literatura evidencia que estratégias simples, como o uso de barreiras naturais, sistemas silvipastoris e tecnologias, bem como o fornecimento de áreas abrigadas, reduzem a exposição a extremos térmicos e promovem maior conforto climático (BETTENCOURT *et al.*, 2022; LEITE *et al.*, 2023).

5.4 INTEGRAÇÃO ENTRE CONFORTO TÉRMICO E PRODUTIVIDADE

A análise integrada da literatura revela que o conforto térmico é determinante para o desempenho produtivo dos bovinos em todos os sistemas de produção. Animais expostos a condições adequadas de temperatura apresentam melhor consumo alimentar, maior ganho de peso, menor incidência de doenças e melhor eficiência alimentar. Tanto o calor quanto o frio impõem desafios fisiológicos que exigem intervenções específicas para evitar quedas de desempenho e prejuízos econômicos.

Estruturas adequadas, como sombreamento no calor e abrigos no frio, ventilação controlada, isolamento térmico, drenagem eficiente, monitoramento ambiental e suplementação estratégica compõem o conjunto de medidas eficazes para mitigar o estresse térmico (ALVES; KARVATTE JÚNIOR; OLIVEIRA, 2020; PINTO *et al.*, 2025). Sistemas que integram infraestrutura, manejo nutricional, tecnologias de monitoramento e práticas silvipastoris demonstram maior estabilidade produtiva e bem-estar animal em ambientes térmicos desafiadores.

Assim, a implementação de tecnologias e manejo preventivo contribui significativamente para a eficiência produtiva, o bem-estar animal e a sustentabilidade econômica da produção.

6. CONCLUSÃO

A análise realizada evidenciou que o estresse térmico é um fator crítico que afeta diretamente o bem-estar, a saúde e o desempenho produtivo de bovinos de corte. As variações ambientais extremas exigem ajustes fisiológicos, metabólicos e comportamentais que alteram o consumo alimentar, aumentam o gasto energético de manutenção e reduzem o ganho de peso, impactando diretamente a eficiência produtiva e a rentabilidade da pecuária.

Além disso, a exposição prolongada a temperaturas fora da zona de conforto térmico compromete a imunidade, eleva a suscetibilidade a doenças respiratórias, metabólicas e digestivas e diminui a capacidade adaptativa dos animais, reforçando a importância do manejo preventivo e do conforto térmico como pilares da sustentabilidade produtiva.

Estudos da literatura analisados demonstraram que, sob condições de elevada carga térmica ambiental, animais expostos à ausência de sombreamento apresentam maior exigência fisiológica, refletida em menor desempenho produtivo e maior demanda hídrica, enquanto o fornecimento de sombra contribui para a atenuação desses efeitos, garantindo um incremento de 8 kg no peso de carcaça e uma economia de até 3,43 L de água por animal em dias críticos. Esses achados reforçam que o controle do ambiente térmico não apenas favorece o bem-estar animal, mas também impacta diretamente a eficiência e a viabilidade econômica dos sistemas de produção.

A análise permitiu observar que a implementação de tecnologias e estratégias de manejo voltadas à redução do estresse térmico pode resultar em ganhos significativos, tanto na produtividade quanto na qualidade de vida dos bovinos, promovendo sistemas mais éticos e sustentáveis. Nesse contexto, espera-se que, futuramente, a pecuária incorpore cada vez mais soluções inovadoras, como sensores inteligentes, controle climático automatizado e sistemas integrados de monitoramento do bem-estar, permitindo ajustes em tempo real para atender às necessidades fisiológicas e comportamentais dos animais.

Por fim, este estudo reforça que o estresse térmico não é apenas um desafio produtivo, mas também uma questão de manejo ético e sustentável. Garantir que os bovinos de corte tenham acesso a condições adequadas de conforto térmico é essencial para otimizar o desempenho, reduzir perdas econômicas e promover a saúde animal. Além disso, a adoção de práticas preventivas e tecnologias inovadoras pode estabelecer padrões mais elevados de bem-estar, incentivando a evolução de sistemas de produção que conciliem eficiência econômica, sustentabilidade ambiental e cuidado responsável com os animais.

Em suma, a expectativa é que essas medidas contribuam para o desenvolvimento de modelos produção modernos, capazes de oferecer resultados produtivos consistentes e simultaneamente atender às demandas sociais por uma pecuária mais ética e humanizada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, B. K. C. et al. Bem-estar animal em bovinos de corte: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 3642-3653, jan./fev. 2024. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/66796>. Acesso em 4 dez. 2025.
- ALMEIDA, J. V. N.; MARQUES, L. R.; MARQUES, T. C.; GUIMARÃES, K. C.; LEÃO, K. M. Influence of thermal stress on the productive and reproductive aspects of cattle – Review. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, e230973837, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3837>. Acesso em 4 dez. de 2025.
- ALVARENGA, S. R. de. Bem-estar animal e sua influência na bovinocultura de corte. TCC (Bacharel em Zootecnia) – Escola de Ciências Médicas e da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2022. 38f. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4417/1/Tcc%20Samuel%20Rodrigues%20de%20Alvarenga.pdf>. Acesso em 8 dez. de 2025.
- ALVES, F. V.; KARVATTE JÚNIOR, N.; OLIVEIRA, C. C. Aplicações da termografia por infravermelho (TIV) na bovinocultura de corte. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2020. 36 p. Il. color. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1123362/1/DOC-276-Final-em-Alta.pdf>. Acesso em 9 dez. 2025
- ARAÚJO, V. O. V. Monitoramento do conforto térmico em currais de confinamento de bovinos utilizando o In_Comfort_Sensor. 2024. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/3ab6f85f-4cc0-49f7-92eb-19ccb55d24a7>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- AZEVEDO, H.; PACHECO, A.; PIRES, A.; NETO, J.; MORAES, A.; GALVÃO, A. T. G.; *et al.* Bem-estar e suas perspectivas na produção animal. *Pubvet*, v. 14, n. 01, 1º mar.2020. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/678>. Acesso em 4 dez. de 2025.
- BARROS, D. C. Estratégias de suplementação na recria e engorda de bovinos de corte. 2024. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2024. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/8536/1/TCC%20DENILSON%20CAMPOS%20BARROS.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- BATISTA, G. C.; SIQUEIRA, C. M. G.; FERREIRA, J. P.; SEVERO, J. P. G.; BORBA, A. F. Estresse térmico por altas temperaturas no confinamento: estratégias para amenizar. *Anais da 16ª Mostra de Iniciação Científica CONGREGA*, 2020. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/congregaanaismic/article/view/3602>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- BETTENCOURT, A. F. et al. Influence of pasture, silvopastoral, and feedlot production systems and the recording interval of behavioral activities on the ingestive behavior of lambs. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 43, n. 4, p. 1481–1496, 2022. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/44812>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BRIZOLA, J.; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. *Revista de Educação do Vale do Arinos-RELVA*, v. 3, n. 2, 2016.
- BORGES, Debora Stephanni Dias. Bem-estar animal e seu impacto na criação de bovinos de corte em confinamento. 2024.
- COSTA-E-SILVA, E. V.; FERRAZ, T. R.; MACEDO, G. G. Bem-estar animal e sustentabilidade na reprodução de bovinos de corte. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL*, 26., 2025, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: CBRA, 2025. p. 38-49.

- Disponível em: <http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v49/n1/p.38-49.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2025.
- CURTIS, S. E. Environmental management in animal agriculture. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409p.
- DE MENEZES, R. A.; RAMIREZ, M. A.; GONÇALVES, L. C.; DE OLIVEIRA, A. F.; DE ASSIS PIRES, F. P. A.; DE SOUSA, P. G.; SEVIDANES, B. M. R. Estresse térmico em sistemas de produção de ruminantes em clima tropical.
- DIAN, P. H. M. et al. Desempenho zootécnico e financeiro de bovinos confinados com acesso a diferentes áreas de sombreamento e a pleno sol. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 101646-101664, dez. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/22093>. Acesso em: 6 dez. 2025.
- EMBRAPA. Baixas temperaturas exigem providências do pecuarista. Brasília: Embrapa, 12 jul. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81822425/baixas-temperaturas-exigem-providencias-do-pecuarista>. Acesso em: 4 dez. 2025.
- FERRACINI, J. G.; PAULY, J. F.; FREIRE, H. R.; SARAIVA, B. R.; VITAL, A. C. P.; PRADO, I. N. do. Diferentes sistemas de produção de bovinos de corte em pastagem, confinamento convencional e confinamento a partir do desmame sobre desempenho animal, características de carcaça e custo de produção: Revisão. Pubvet, 18(09): e1660, 3 set. 2024. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/3836>. Acesso em: 6 dez. 2025.
- GOMES, E. M.; MUNIZ, J. A.; CASTRO, S. S.; DA SILVA, W. L. C. MANEJO E BEM-ESTAR ANIMAL NA BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL: UMA REVISÃO DE LITERATURA. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 7, n. 1, p. 1-23, 2025.
- GUSMÃO, A. Suplementação energética no inverno para gado de corte. Compre Rural. 2 jun. 2025. Disponível em: <https://www.comprerural.com/suplementacao-energetica-no-inverno-para-gado-de-corte/>. Acesso em: 8 dez. 2025.
- HAFEZ, E. S. E. Adaptacion de los animales domésticos. Barcelona: Labor, 1973. 563p.
- IBGE, PORTAL DBO. REBANHO bovino brasileiro atingiu 238,2 milhões de cabeças em 2024, diz IBGE., 2025. Disponível em: <https://portaldbo.com.br/rebanho-bovino-brasileiro-atingiu-2382-milhoes-de-cabecas-em-2024-diz-ibge/>. Acesso em: 4 dez. 2025.
- KIM, W.; GHASSEMI NEJAD, J.; LEE, H. Impact of cold stress on physiological, endocrinological, immunological, metabolic, and behavioral changes of beef cattle at different stages of growth. Animals, [S. l.], v. 13, n. 6, p. 1073, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani13061073>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- LEITE, G. D. O. et al. Sistema silvipastoril em áreas de pequenos agricultores rurais no Mato Grosso do Sul. Realização, Dourados, v. 10, n. 20, p. 183–194, 2023. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/realizacao/article/view/17719>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- LIMA E SILVA, D. et al. O conforto térmico em confinamento de bovino de corte. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, [S. l.], v. 9, n. 1, 2024. Disponível em: <https://remunom.ojsbr.com/multidisciplinar/article/view/2798>. Acesso em: 9 dez. 2025.
- LIMIRO, W. B. A influência do estresse térmico na reprodução de bovinos. 2020. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/357/1/TCC-%20Final%20-%20Wiviane%20Borges%20Limiro.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2025.
- LOTTI, J. T.; FERRAREZI JUNIOR, E. Bem-estar animal na produção do gado de corte: uma revisão bibliográfica. Interface Tecnológica, v. 20, n. 2, 2023. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1708>. Acesso em: 6 dez. 2025.

- MAIA, Alex SC et al. Economically sustainable shade design for feedlot cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 10, p. 1110671, 2023.
- MEDEIRO, J. O. C. Características adaptativas de caprinos nativos do semiárido brasileiro. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. 38f. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/26239/1/JOCM08022023-MZ416.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- MORAES, E. R.; ISHIHARA, J. H.; SOUZA, D. E. S. E. Effect of well-being and thermal comfort on livestock production: a literature review. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 9, e921997913, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/7913>. Acesso em: 6 dez. 2025.
- NICODEMO, M. L. F.; GARCIA, A. R.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; PACIULLO, D. S. C. Desempenho, saúde e conforto animal em sistemas silvipastoris no Brasil. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2018. 44 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 129). ISSN 1980-6841.
- OKE, O. E.; ELETU, T. A.; AKOSILE, O. A.; FASASI, L. O.; ADENIJI, O. E.; OJEDOKUN, M. Z.; ONI, A. I. Behavioural adaptations of livestock to environmental stressors: implications for welfare and productivity. *Journal of Applied Animal Research*, v. 53, n. 1, p. 2583108, 2025.
- PINTO, A. J. S. et al. Avaliação dos índices de conforto térmico de vacas leiteiras em um sistema de confinamento do tipo compost barn na Amazônia ocidental. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Curitiba, v. 23, n. 8, p. 1–19, 2025. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/11255>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- PRADO, I. Bem-estar de bovinos terminados em confinamento: o que deve ser considerado? *Pubvet*, [S. l.], v. 16, n. 13, 31 ago. 2022. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/2998>. Acesso em: 6 dez. 2025.
- RICCI, G. D. Bioclimatologia Animal: Clima, Produção e Bem-estar. Freitas Bastos, 2025.
- SILVA, C.; TÍTTO, C. Altas temperaturas afetam o organismo de bovinos e diminuem a produção no campo. *Jornal da USP*, São Paulo, 30 ago. 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=794416>. Acesso em: 8 dez. 2025.
- RODRIGUES, M. S. Influência do conforto térmico sobre a eficiência produtiva de vacas leiteiras. 2023. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5774/1/TCC%20MATEUS%2021-06%20-%20RAG.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- SHEPHARD, R. W.; MALONEY, S. K. A review of thermal stress in cattle. *Australian Veterinary Journal*, [S. l.], v. 101, n. 11, p. 417-429, 2023.
- SOUZA, F. L. F. et al. Efeito da exposição solar na temperatura corporal e respiração de bovinos de corte no Cerrado brasileiro. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Curitiba, v. 23, n. 2, e9089, 2025. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/9089>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- SOUZA, Y. C. S. O. O bem-estar animal: enriquecimento ambiental e a produção leiteira. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2023.
- VIANA, G. P. Efeito do ambiente térmico sobre a ingestão de matéria seca e comportamento alimentar em touros Senepol confinados em região tropical. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33467/3/EfeitoAmbienteT%C3%A9rmico.pdf>.

WINDERS, T. M. et al. Impact of shade in beef feedyards on performance, ear temperature, and heat stress measures. *Journal of Animal Science*, [S. l.], v. 101, p. skad004, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jas/skad004>. Acesso em: 6 dez. 2025.