

Escola Superior São Francisco de Assis
Curso de Graduação em Medicina Veterinária

Martha Tavares Viana

Amabili de Oliveira Ziviani

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE VACAS LEITEIRAS EM
DIFERENTES CENÁRIOS DE CONFORTO TÉRMICO EM UMA
PROPRIEDADE DO MUNICÍPIO DE SANTA TERESA - ES**

Santa Teresa

2025

Martha Tavares Viana

Amabili de Oliveira Ziviani

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE VACAS LEITEIRAS EM
DIFERENTES CENÁRIOS DE CONFORTO TÉRMICO EM UMA
PROPRIEDADE DO MUNICÍPIO DE SANTA TERESA - ES**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Coordenação do curso de
Medicina Veterinária da Escola Superior
São Francisco de Assis, como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Ma. Gabriela Ponath
Peruzzo.

Santa Teresa

2025

Martha Tavares Viana

Amabili de Oliveira Ziviani

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE VACAS LEITEIRAS EM
DIFERENTES CENÁRIOS DE CONFORTO TÉRMICO EM UMA
PROPRIEDADE DO MUNICÍPIO DE SANTA TERESA - ES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Medicina Veterinária da Escola Superior São Francisco de Assis como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Aprovada em ____ de _____ de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Gabriela Ponath Peruzzo
Escola Superior São Francisco de Assis

Prof. Esp. Karolliny Merlo Goehringer
Escola Superior São Francisco de Assis

Prof. Dr. Gabriel Henrique Taufner
Escola Superior São Francisco de Assis

EPÍGRAFE

Cuidar do rebanho é cuidar da base que sustenta o mundo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos familiares, por serem o alicerce que sustenta cada um de nós nos momentos de dúvida e cansaço. Por compreenderem as ausências, oferecerem palavras de incentivo e acreditarem no nosso potencial mesmo quando nós mesmas duvidamos.

Aos professores e orientadores que contribuíram para nossa formação, compartilhando não apenas conhecimento técnico, mas também exemplos de ética, responsabilidade e amor pela profissão. Em especial, à nossa orientadora, por sua paciência, comprometimento e incentivo constante, fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos colegas e amigos que fizeram parte dessa jornada acadêmica, pelas risadas nos intervalos, pelas conversas durante os plantões, pelas parcerias nos estudos e pelo companheirismo que tornou o caminho mais leve.

À instituição que nos acolheu e nos proporcionou a oportunidade de crescer como profissionais e como pessoas.

E, por fim, agradecemos aos animais de todas as espécies que, de maneira silenciosa, nos ensinaram mais do que qualquer livro poderia ensinar. Aos grandes, que despertaram nossa força e responsabilidade; aos pequenos, que nos mostraram a sensibilidade do cuidado; e aos silvestres e exóticos, que nos lembraram da beleza e da importância de cada vida na natureza.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação da produção de leite entre sistemas de manejo.....25

Figura 2 - Fórmula utilizada com correção padrão para 305 dias.....26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Faixas de temperatura e conforto térmico para vacas leiteiras.....	12
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
3 PROBLEMATIZAÇÃO.....	17
4 JUSTIFICATIVA.....	17
5 OBJETIVOS.....	18
5.1 OBJETIVO GERAL.....	18
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
6 ARTIGO CIENTÍFICO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura leiteira contemporânea representa o resultado de décadas de avanços genéticos, nutricionais e de manejo, que transformaram as vacas em animais altamente especializados e eficientes na produção de leite, constituindo-se em verdadeiras unidades biológicas de alto desempenho (Pegorini, 2011). Tal eficiência é determinante para a sustentabilidade econômica das propriedades rurais, visto que a atividade leiteira possui papel expressivo na economia brasileira. Apenas no primeiro trimestre de 2024, a captação de leite atingiu 6,52 bilhões de litros, configurando o maior volume já registrado para o período (IBGE, 2024b). No cenário global, o Brasil ocupa a quarta posição entre os maiores produtores de leite, ficando atrás apenas da Índia, Estados Unidos e China (FAO, 2023), além de gerar milhões de empregos diretos e indiretos, consolidando-se como atividade de grande relevância para o Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário.

Apesar de sua importância econômica e social, a produtividade das vacas leiteiras não depende exclusivamente de seu potencial genético, mas é fortemente modulada por fatores ambientais, nutricionais, sanitários e relacionados ao bem-estar animal. Entre esses, o conforto térmico tem recebido atenção especial, por configurar-se como um determinante crítico da saúde, da eficiência metabólica e do desempenho produtivo dos animais (Schllemer, 2021).

Nesse contexto, o conforto térmico deve ser compreendido como um ponto estratégico para a adoção de práticas de manejo que promovam a homeostase fisiológica, a saúde e o bem-estar das vacas, de modo a garantir a expressão plena de seu potencial produtivo. Assim, compreender a relação entre o conforto térmico e o desempenho das vacas em relação ao seu ambiente torna-se essencial não apenas para a maximização da eficiência individual dos animais, mas também para o fortalecimento da cadeia produtiva do leite no Brasil. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a produtividade de vacas leiteiras submetidas a diferentes condições de conforto térmico em uma propriedade localizada no município de Santa Teresa – ES.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A produção de leite no Brasil, que anteriormente era majoritariamente voltada à subsistência, passou a constituir uma relevante fonte de renda a partir da década de 1950, concomitante ao processo de industrialização do país. Até a década de 1990, o comércio de leite cru foi regulamentado por agências governamentais, com o objetivo de uniformizar os preços praticados em âmbito nacional (Bortoleto; Wilkinson, 2000).

As transformações mais significativas no mercado leiteiro ocorreram ao longo da década de 1990, período marcado pela abertura econômica e social do país. A entrada de empresas multinacionais, como a italiana Parmalat e a francesa Danone, promoveu a introdução de um novo modelo de comercialização do leite in natura, por meio da técnica de ultrapasteurização, que originou o leite UHT. A atuação dessas corporações elevou a competitividade no setor e estimulou o consumo, sobretudo com o lançamento de novos produtos derivados do leite (Jank, 1999).

Atualmente, a produção de leite representa um segmento estratégico da economia brasileira. Em 2023, foram produzidos aproximadamente 35,4 bilhões de litros, movimentando cerca de R\$80,4 bilhões (IBGE, 2024a). Estima-se que cerca de 70% dessa produção foi formalmente captada por laticínios, o que evidencia o grau de organização e estruturação da cadeia produtiva (IBGE, 2024b).

Do ponto de vista nutricional, o leite destaca-se como uma matriz alimentar de elevada complexidade e valor biológico. Sua composição abrange, em média, 87,5% de água, 3,3% de proteínas, 3,8% de gordura, 4,6% de lactose e 0,8% de minerais e vitaminas (Carvalho *et al.*, 2006). É uma fonte rica em proteínas de alto valor biológico, como a caseína e as proteínas do soro, além de fornecer micronutrientes essenciais como cálcio, fósforo, potássio e as vitaminas A, D, B2 e B12. Esses nutrientes desempenham papéis fundamentais na formação óssea, na manutenção do sistema nervoso e na prevenção de deficiências nutricionais (Carvalho *et al.*, 2006; Ribeiro, 2010). O cálcio presente no leite, em especial, apresenta elevada biodisponibilidade, sendo essencial para a prevenção da osteoporose e para o desenvolvimento ósseo adequado na infância e adolescência (FAO, 2013).

Em paralelo à evolução econômica e tecnológica da cadeia produtiva, o setor leiteiro também avançou em aspectos normativos e de qualidade. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) instituiu, em 2002, a Instrução Normativa nº 51, que estabeleceu os regulamentos técnicos relativos à produção, qualidade e identidade dos diversos tipos de leite, além das condições para a refrigeração nas propriedades rurais e o transporte até as indústrias (Brasil, 2002). Tal iniciativa visou sanar lacunas anteriormente existentes na legislação nacional (Fonseca; Santos, 2000). Com o intuito de atualizar e aperfeiçoar os critérios técnicos e sanitários, o MAPA publicou, em 2018, as Instruções Normativas nº 76 e 77, que definiram novos padrões para a produção, identidade, qualidade, coleta, conservação, transporte e recepção do leite cru refrigerado. Essas normativas também regulamentaram os procedimentos de boas práticas agropecuárias e industriais, incluindo os princípios do sistema APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) aplicados ao setor lácteo (Brasil, 2018).

Entretanto, apesar dos avanços produtivos e normativos, as condições ambientais ainda representam um desafio importante à produção leiteira, especialmente em regiões tropicais e subtropicais devido ao aumento de temperatura. O estresse térmico constitui um fator crítico na produção leiteira, sobretudo em regiões tropicais como o Brasil, onde elevadas temperaturas ambientais associadas à alta umidade relativa frequentemente ultrapassam os limites do conforto térmico dos bovinos. De acordo com Melo *et al.* (2016), vacas leiteiras mestiças (*Bos taurus* × *Bos indicus*) criadas no semiárido nordestino apresentaram aumento na temperatura retal e na frequência respiratória, evidenciando sinais claros de estresse térmico. Sob condições de calor excessivo, os bovinos tendem a reduzir o consumo de matéria seca, apresentar hipertermia, elevação da frequência respiratória e diminuição da atividade motora, o que acarreta queda expressiva na produção leiteira e alterações na composição centesimal do leite.

O conforto térmico em bovinos leiteiros é definido como a condição ambiental na qual o animal consegue manter sua temperatura corporal dentro de limites fisiológicos normais, sem necessidade de ativar mecanismos intensos de

termorregulação. Essa condição ocorre dentro da chamada zona de conforto térmico ou zona termoneutra, onde há equilíbrio entre a produção e a dissipação de calor. Quando os limites dessa zona são ultrapassados, especialmente devido a altas temperaturas ambientais combinadas com umidade relativa elevada, os animais entram em estresse térmico. Nessa condição, os bovinos ativam respostas fisiológicas como aumento da frequência respiratória, sudorese e vasodilatação periférica, o que pode levar à redução do consumo alimentar, queda na produção de leite e comprometimento do sistema imunológico (Silva, 2000; Tao; Dahl, 2013) (Tabela 1).

Tabela 1 - Faixas de temperatura e conforto térmico para vacas leiteiras.

Condição Térmica	Temperatura Ambiente °C	Descrição
Zona de conforto térmico	5 a 25 °C	Intervalo ideal para desempenho e produção de leite
Alerta de estresse térmico	26 a 29 °C	Vacas começam a apresentar queda na ingestão de alimento e produção
Estresse térmico moderado	30 a 33 °C	Frequência respiratória elevada, menor produção de leite e desconforto
Estresse térmico severo	>34 °C	Risco a saúde do animal, forte redução na produção, possível exaustão

Fonte: Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, p. 200-207, 2007.

Os impactos produtivos do estresse térmico são particularmente severos em rebanhos de alta produtividade. Estimativas indicam que a produção de leite pode ser reduzida em até 17% em vacas que produzem 15 kg/dia e em até 22% naquelas com produção de 40 kg/dia (Melo *et al.*, 2016). Além da redução volumétrica, observa-se uma modificação nos parâmetros físico-químicos do leite, com decréscimo nos teores de gordura, proteína, lactose, cálcio e fósforo, e aumento na concentração de cloro, comprometendo sua qualidade nutricional e tecnológica.

Diante desse cenário, a adoção de estratégias de manejo ambiental é fundamental para mitigar os efeitos deletérios do estresse térmico. Medidas como sombreamento artificial, sistemas de ventilação e aspersão são recomendadas para promover o conforto térmico necessário à manutenção da homeostase e da produtividade dos animais (Melo *et al.*, 2016).

A principal ferramenta utilizada para mensurar o conforto térmico em bovinos leiteiros é o Índice de Temperatura e Umidade (THI), que integra a temperatura do ar e a umidade relativa para estimar o grau de estresse térmico ao qual os animais estão expostos (Olias, 2020). Valores superiores a 72 são considerados indicativos de estresse térmico significativo, com potencial para comprometer o bem-estar e o desempenho produtivo das vacas leiteiras (Melo *et al.*, 2016). Além do monitoramento ambiental, a avaliação de parâmetros fisiológicos como temperatura retal e frequência respiratória constitui uma abordagem eficaz para a detecção precoce do estresse térmico.

Recentemente, tecnologias inovadoras como a termografia infravermelha vêm sendo aplicadas com sucesso na avaliação não invasiva da temperatura superficial dos animais. Essa técnica permite identificar regiões corporais com maior esforço na termorregulação, oferecendo subsídios para intervenções mais precisas (Alves; Barbosa Filho, 2023). O uso de dispositivos de monitoramento contínuo, por sua vez, permite a coleta de dados em tempo real, facilitando a adoção de medidas preventivas e a tomada de decisões estratégicas no manejo térmico (Santos *et al.*, 2021).

A observação comportamental também se mostra como uma ferramenta complementar relevante no diagnóstico do estresse térmico. Alterações na postura,

aumento da busca por sombra e redução da ingestão alimentar são comportamentos indicativos de desconforto térmico (Alves; Barbosa Filho, 2023). A integração de diferentes metodologias — ambientais, fisiológicas, tecnológicas e comportamentais — permite um monitoramento abrangente e eficaz do conforto térmico em vacas leiteiras, promovendo melhores condições de saúde, bem-estar e produtividade dos rebanhos.

O padrão alimentar de vacas leiteiras é fortemente influenciado por fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e ventilação. Raças como a Holandesa, oriundas de regiões de clima temperado, apresentam elevada sensibilidade às altas temperaturas, o que acentua os efeitos do estresse térmico em sistemas de produção localizados em zonas tropicais e subtropicais (West, 2003; Collier *et al.*, 2008).

O estresse térmico é considerado um dos principais fatores limitantes da produção leiteira em regiões tropicais e subtropicais. Em vacas Holandesas, cuja zona de termoneutralidade situa-se entre 5 °C e 25 °C, elevações do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) acima de 72 resultam em significativas reduções na ingestão de nutrientes e no desempenho metabólico (Thom, 1959; NRC, 2001). Estima-se que a exposição contínua ao calor pode reduzir a produção de leite em até 25%, além de diminuir os teores de gordura e proteína, como consequência da menor fermentação ruminal de fibras e do reduzido aporte de precursores lipogênicos (Ribeiro *et al.*, 2020).

Durante períodos de estresse térmico, ocorrem alterações comportamentais evidentes nas vacas leiteiras. Uma das principais mudanças observadas é a redução no tempo dedicado à alimentação e à ruminação. As vacas tendem a concentrar a ingestão de alimentos nos períodos mais amenos do dia, como a madrugada e as primeiras horas da manhã, em uma tentativa de minimizar a produção de calor metabólico decorrente da fermentação ruminal (Zhao *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2020). Além disso, vacas em condições de calor excessivo demonstram aumento no tempo em que permanecem em pé, procuram áreas com maior ventilação e proximidade de bebedouros, e reduzem comportamentos relacionados ao ócio e à ruminação (Morgan *et al.*, 2022).

A sensação de bem-estar térmico é, portanto, determinante para a estabilidade fisiológica e o desempenho produtivo de vacas leiteiras. O THI é amplamente utilizado para estimar o grau de desconforto térmico enfrentado pelos bovinos. Valores superiores a 72 já são indicativos de estresse térmico, enquanto índices acima de 78 refletem condições críticas, com efeitos fisiológicos severos (Thom, 1959). Nessas circunstâncias, a vaca adota estratégias adaptativas como a redução voluntária da ingestão de alimento, visando minimizar a produção de calor metabólico, sobretudo o derivado da fermentação ruminal (West, 2003).

Além da redução na ingestão alimentar, o estresse térmico induz alterações significativas, que afetam diretamente o desempenho produtivo. A resposta inclui aumento da frequência respiratória, vasodilatação periférica e sudorese intensa, o que ocasiona perdas substanciais de água e eletrólitos. Tais perdas comprometem o equilíbrio ácido-base e reduzem a capacidade do animal de dissipar calor de forma eficiente, exacerbando o quadro de hipertermia (Silanikove, 2000). Paralelamente, ocorre inibição da função tireoidiana, reduzindo a taxa metabólica basal como mecanismo compensatório para limitar a produção endógena de calor (Collier *et al.*, 2008).

Essas alterações fisiológicas têm implicações diretas não apenas sobre a saúde e o desempenho produtivo, mas também sobre a qualidade do leite. A produção de leite em vacas da raça Holandesa é influenciada por múltiplos fatores, entre os quais se destacam a genética, o estado fisiológico, o manejo nutricional e as condições ambientais. A qualidade do leite, por sua vez, está diretamente relacionada à integridade da glândula mamária, à nutrição balanceada, à higiene no manejo e ao conforto térmico dos animais (Santos *et al.*, 2018).

Adicionalmente, a CCS tende a aumentar em condições de estresse térmico, devido à supressão da resposta imune, o que predispõe as vacas a quadros de mastite clínica e subclínica (Collier *et al.*, 2012). Nesse contexto, o desempenho produtivo e a eficiência zootécnica dependem diretamente das estratégias adotadas para mitigação dos efeitos térmicos.

O sombreamento pode ser fornecido por meios naturais, como áreas arborizadas, ou por estruturas artificiais, como coberturas com materiais isolantes,

telhados com beirais largos e sombrites móveis. Essas alternativas reduzem significativamente a incidência direta de radiação solar sobre os animais, contribuindo para a diminuição da carga térmica (Blackshaw & Blackshaw, 1994; Collier *et al.*, 2011).

A ventilação forçada, com o uso de ventiladores axiais ou sistemas de exaustão, intensifica a dissipação de calor por convecção. Quando combinada à aspersão intermitente, constitui uma das estratégias mais eficazes para o resfriamento corporal em sistemas intensivos. A aplicação de água sobre o dorso dos animais, seguida por ventilação contínua, favorece a perda de calor por evaporação, além de melhorar o comportamento ingestivo e aumentar o tempo de permanência no cocho — especialmente em vacas de alta produção (Collier *et al.*, 2012; González, 2021).

No que se refere à infraestrutura, esta deve ser planejada com foco no conforto térmico e no bem-estar. Instalações com pé-direito elevado, ventilação cruzada, telhas com isolamento térmico, cortinas reguláveis, cochos bem-posicionados e eficiente sistema de drenagem favorecem a circulação de ar e a dissipação de calor. Sistemas como o *compost barn*, que oferecem camas macias, limpas e bem drenadas, reduzem a pressão térmica e o risco de lesões e mastites (Freitas, 2020).

O uso de tecnologias emergentes, como sensores de temperatura corporal, coleiras de monitoramento de atividade e sistemas automáticos de controle de ventiladores e aspersores acionados tem mostrado grande potencial na gestão de ambientes de produção, permitindo ajustes em tempo real e contribuindo para a manutenção da produtividade e da saúde do rebanho (González, 2021; Duarte *et al.*, 2022).

Portanto, as estratégias de gestão e infraestrutura voltadas à mitigação do estresse térmico devem ser adotadas de forma contínua e preventiva, com foco no bem-estar animal, na sustentabilidade dos sistemas produtivos e na maximização da eficiência zootécnica.

3 PROBLEMATIZAÇÃO

Em regiões de clima tropical, o estresse térmico representa um dos principais desafios para os sistemas de criação de ruminantes. Segundo Martins e Barbosa (2021), o calor excessivo pode desencadear alterações fisiológicas e metabólicas significativas, resultando em redução no consumo de matéria seca, queda no desempenho reprodutivo e expressiva diminuição na produção de leite. Diante desse cenário, torna-se essencial a adoção de estratégias integradas de manejo nutricional e ambiental que minimizem os efeitos do estresse térmico e assegurem o bem-estar animal ao longo de todo o ciclo produtivo (González, 2021). A partir disso, a presente investigação busca responder à seguinte questão central: de que forma o conforto térmico influencia a produtividade de vacas leiteiras?

4 JUSTIFICATIVA

Este estudo justifica-se pela necessidade crescente de promover sistemas de produção mais sustentáveis, eficientes e resilientes às variações climáticas, em especial nas regiões tropicais. A pecuária leiteira, diante das exigências por maior produtividade e qualidade do leite, demanda práticas de manejo baseadas em evidências científicas que assegurem o bem-estar animal e a eficiência produtiva. Ao investigar os efeitos do conforto térmico no período de lactação, esta pesquisa busca subsidiar a tomada de decisões por parte de produtores, técnicos e formuladores de políticas públicas, além de contribuir para o avanço do conhecimento técnico-científico na área. Espera-se, ainda, fomentar novas pesquisas voltadas à interação entre ambiente, fisiologia animal e desempenho produtivo.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a produtividade de vacas leiteiras em lactação, submetidas a diferentes cenários de conforto térmico em uma propriedade no município de Santa Teresa - ES.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a produção de leite em diferentes cenários de conforto térmico;
- Analisar a produção de leite em diferentes dias de lactação, fazendo comparações em que a lactação de vacas selecionadas de cada grupo esteja mais próxima;
- Identificar as estratégias de gestão e infraestrutura que possibilitaram a expressão máxima da aptidão dos animais.

5 ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo Original

AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE VACAS LEITEIRAS EM LACTAÇÃO EM DIFERENTES CENÁRIOS DE CONFORTO TÉRMICO EM UMA PROPRIEDADE DO MUNICÍPIO DE SANTA TERESA - ES

EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY OF DAIRY COWS IN DIFFERENT THERMAL COMFORT SCENARIOS ON A PROPERTY IN THE MUNICIPALITY OF SANTA TERESA - ES

ZIVIANI, A¹; TAVARES, M¹; PERUZZO, G.P.²

¹Graduando em Medicina Veterinária, Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa, Brasil

²Docente do Curso de Medicina Veterinária, Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa, Brasil

RESUMO

A pecuária leiteira brasileira tem passado por expressivas transformações nas últimas décadas, consolidando-se como uma das principais atividades do agronegócio nacional. Contudo, o desempenho produtivo das vacas leiteiras é fortemente influenciado pelas condições ambientais, especialmente em regiões tropicais, onde o estresse térmico pode comprometer o bem-estar animal e reduzir a eficiência produtiva. Nesse contexto, diferentes sistemas de alojamento têm sido estudados como alternativas para mitigar os efeitos do calor e otimizar a produtividade. O presente estudo teve como objetivo avaliar a produtividade de vacas leiteiras submetidas a diferentes cenários de conforto térmico em uma propriedade localizada no município de Santa Teresa – ES. A pesquisa caracterizou-se como um estudo observacional, com abordagem quanti-qualitativa, conduzida em duas instalações distintas: sistema semi-confinado e sistema compost barn. Foram analisadas variáveis produtivas, como volume total de leite por lactação, dias em lactação e número de animais por grupo, além de aspectos qualitativos relacionados ao manejo e às condições estruturais. Os dados foram

submetidos aos testes de Shapiro–Wilk e Mann–Whitney, considerando nível de significância de 5%. Os resultados demonstraram que, na análise inicial, o sistema semi-confinado apresentou maior mediana de produção (11.766 kg) em relação ao *compost barn* (9.920 kg) ($p < 0,05$). Entretanto, quando considerados apenas animais com mais de 300 dias de lactação, o *compost barn* apresentou desempenho superior (15.609 kg), tendência também observada entre vacas que pariram no verão, nas quais a produção média foi de 12.956 kg, contra 10.491 kg no sistema semi-confinado. Após a correção da produção para uma lactação padrão de 305 dias, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os sistemas ($p > 0,05$). Os achados indicam que o tipo de instalação influencia a produção leiteira, sobretudo em condições de maior desafio térmico, reforçando o papel do conforto ambiental e do bem-estar animal na manutenção da produtividade. O sistema *compost barn* demonstrou potencial para promover maior estabilidade produtiva em vacas lactantes, especialmente em períodos de calor intenso, enquanto o sistema semi-confinado pode ser mais vantajoso em propriedades com menor disponibilidade de recursos estruturais. Conclui-se que o desempenho produtivo das vacas leiteiras resulta da interação entre fatores ambientais, fisiológicos e de manejo, e que a adoção de estratégias voltadas ao conforto térmico representa um componente essencial para a sustentabilidade da atividade leiteira.

Palavras-chave: conforto térmico; bem-estar animal; *compost barn*; produtividade leiteira; estresse térmico.

ABSTRACT

The Brazilian dairy industry has undergone significant structural transformations in recent decades, establishing itself as one of the leading sectors of the national agribusiness. However, the productive performance of dairy cows is strongly influenced by environmental conditions, particularly in tropical regions where heat stress can compromise animal welfare and reduce productive efficiency. In this

context, different housing systems have been investigated as alternatives to mitigate the effects of heat and optimize milk yield. The present study aimed to evaluate the productivity of dairy cows subjected to different thermal comfort conditions on a farm located in the municipality of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil. This was an observational study with a quantitative–qualitative approach, conducted in two distinct housing systems: semi-confinement and compost barn. Productive variables such as total milk yield per lactation, days in milk, and number of animals per group were analyzed, along with qualitative aspects related to management and housing structure. Data were evaluated using the Shapiro–Wilk and Mann–Whitney tests, adopting a 5% significance level. The results showed that, in the initial analysis, cows housed in the semi-confinement system presented a higher median milk yield (11,766 kg) compared to those in the compost barn (9,920 kg) ($p < 0.05$). However, when considering only cows with more than 300 days in milk, the compost barn system showed superior performance (15,609 kg). A similar trend was observed among cows that calved during the summer, with higher production in the compost barn (12,956 kg) compared to the semi-confinement system (10,491 kg). After standardizing milk production to a 305-day lactation, no statistically significant differences were found between housing systems ($p > 0.05$). These findings indicate that housing type influences milk production, especially under higher thermal stress conditions, reinforcing the role of environmental comfort and animal welfare in maintaining productivity. The compost barn system demonstrated potential to promote greater production stability in lactating cows, particularly during periods of intense heat, while the semi-confinement system may be more economically advantageous in farms with limited structural resources. It can be concluded that the productive performance of dairy cows results from the interaction among environmental, physiological, and management factors, and that the adoption of strategies aimed at improving thermal comfort is essential for the sustainability of dairy farming.

Keywords: thermal comfort; animal welfare; compost barn; milk productivity; heat stress.

Introdução

A produção de leite no Brasil passou por transformações estruturais significativas ao longo das últimas décadas. Inicialmente voltada à subsistência, a atividade ganhou destaque econômico a partir da década de 1950, acompanhando o processo de industrialização do país (Bortoleto; Wilkinson, 2000). Atualmente, a pecuária leiteira configura um segmento estratégico, com produção anual de cerca de 35,4 bilhões de litros e movimentação econômica superior a 80 bilhões de reais, evidenciando sua importância social e econômica (IBGE, 2024a; IBGE, 2024b).

O leite destaca-se como um alimento de elevado valor biológico, composto majoritariamente por água, proteínas, gordura, lactose, minerais e vitaminas essenciais ao metabolismo humano (Carvalho *et al.*, 2006; Ribeiro, 2010; FAO, 2013). O aprimoramento da qualidade do leite tem sido acompanhado por avanços normativos, como a publicação das Instruções Normativas nº 51 (Brasil, 2002) e nº 76 e 77 (Brasil, 2018), que estabeleceram padrões técnicos e sanitários voltados à produção, identidade e transporte do leite cru refrigerado, reforçando a importância das boas práticas agropecuárias e da segurança alimentar no setor (Fonseca; Santos, 2000).

Apesar desses avanços produtivos e regulatórios, fatores ambientais permanecem como grandes desafios à eficiência da pecuária leiteira, especialmente em regiões de clima tropical e subtropical. O estresse térmico, decorrente de temperaturas elevadas e alta umidade relativa, compromete a homeotermia dos bovinos, resultando em alterações fisiológicas e queda na produtividade (Silva, 2000; Tao; Dahl, 2013; Melo *et al.*, 2016;). Estudos apontam reduções de até 25% na produção de leite em vacas expostas a condições de calor intenso, além de alterações nos teores de gordura, proteína e lactose (Melo *et al.*, 2016; Ribeiro *et al.*, 2020). Esses efeitos são mais acentuados em raças europeias, como a Holandesa, cuja zona de termoneutralidade varia entre 5 °C e 25 °C (NRC, 2001; West, 2003).

O monitoramento do conforto térmico pode ser realizado por meio do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), que combina parâmetros ambientais para estimar o grau de estresse térmico. Valores superiores a 72 indicam desconforto e

comprometimento do bem-estar (Thom, 1959; Olias, 2020). Para mitigar esses efeitos, estratégias de manejo como sombreamento, ventilação e aspersão têm se mostrado eficazes na manutenção da temperatura corporal e do desempenho produtivo (Blackshaw, 1994; Collier *et al.*, 2011; Bitar *et al.*, 2020; González, 2021). O uso de tecnologias emergentes, como sensores e sistemas automatizados de resfriamento, também vem ganhando destaque por possibilitar ajustes em tempo real e promover maior eficiência ambiental (Ferreira; Almeida, 2021; Duarte *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o conforto térmico constitui um fator determinante para a sustentabilidade e o desempenho da pecuária leiteira moderna. A compreensão dos efeitos das variações microclimáticas sobre a produtividade é essencial para orientar práticas de manejo adaptadas às condições regionais. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produtividade de vacas leiteiras submetidas a diferentes cenários de conforto térmico em uma propriedade localizada no município de Santa Teresa.

Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa observacional, com abordagem quanti-qualitativa, conduzida em uma propriedade leiteira localizada na região serrana do estado do Espírito Santo, no município de Santa Teresa. O delineamento buscou integrar variáveis produtivas e de manejo, de modo a avaliar a influência do tipo de instalação sobre a produtividade e o desempenho de vacas leiteiras holandesas em período de lactação.

Para a análise quantitativa, foram considerados dados objetivos de produção, incluindo o volume total de leite produzido por lactação (litros/lactação), com dados provenientes do momento da análise de vacas em períodos aleatórios de lactação, sendo o primeiro grupo composto por 241 novilhas que pariram entre os dias 23 de junho de 2023 e 20 de junho de 2025, que estavam no sistema de compost barn, e 84 novilhas que pariram entre 23 de junho de 2021 e 23 de junho de 2023, alojadas em sistema semi-confinado, sendo o número total de 325 vacas holandesas na

propriedade. Complementarmente, a abordagem qualitativa contemplou aspectos relacionados às condições de manejo e estrutura produtiva, tais como o tipo de instalação utilizada e a raça predominante no rebanho. As fêmeas foram divididas em dois grupos experimentais, de acordo com o sistema de alojamento semi-confinado e confinado em sistema *compost barn*, permitiu a comparação entre diferentes condições de conforto e bem-estar animal.

Os dados foram avaliados por meio do teste de Shapiro–Wilk, o qual indicou distribuição não normal para o grupo mantido em *compost barn* ($p < 0,05$) e normalidade para o grupo do semi-confinamento ($p > 0,05$). Com base nesses resultados, se optou pela realização de testes não paramétricos para amostras independentes, sendo decidido então a aplicação do teste de Mann–Whitney para comparação entre os grupos.

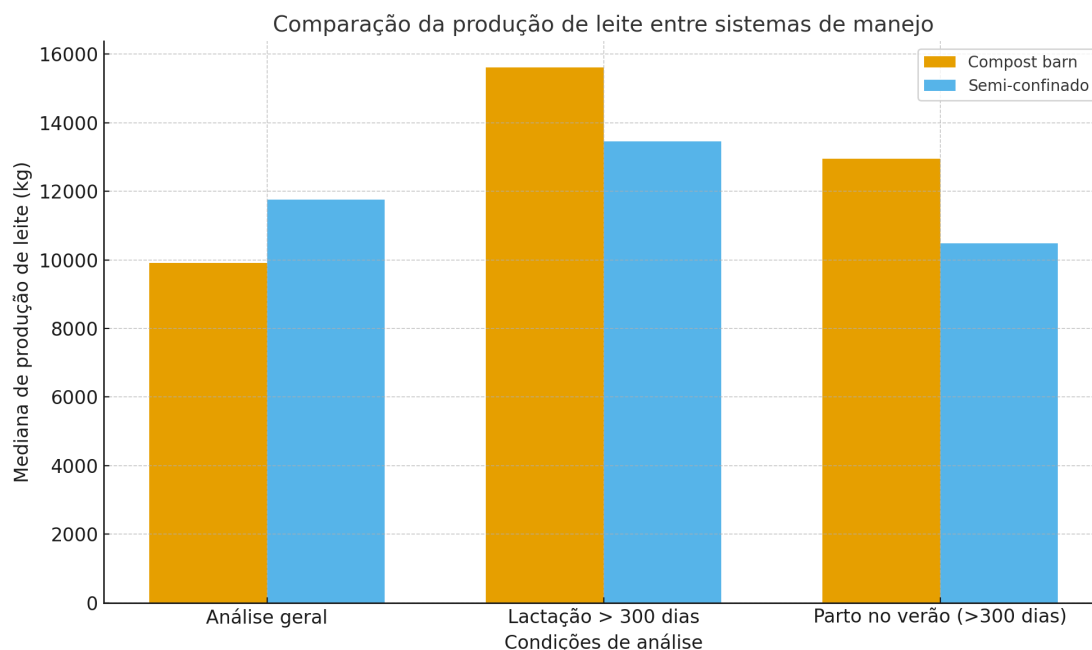
Resultados

Inicialmente foram selecionadas aleatoriamente vacas de ambos os sistemas, de tal modo a normalizar o número de observações entre os grupos. A análise revelou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), com mediana de produção maior no sistema semi-confinado (11.766 kg) em relação ao *compost barn* (9.920 kg) (Figura 1). No entanto, é importante ressaltar que este conjunto de dados incluía vacas com ampla variação nos dias de lactação, o que pode ter influenciado o resultado.

Em uma segunda análise, foram analisadas vacas com mais de 300 dias de lactação, com 63 vacas do *compost barn* e 33 do semi-confinamento. Nessa condição, observou-se novamente diferença significativa ($p < 0,05$), porém com maior mediana de produção no *compost barn* (15.609 kg) em relação ao semi-confinamento (13.464 kg) (Figura 1).

Posterior a esta análise, avaliou-se um subgrupo específico de vacas com mais de 300 dias de lactação que tiveram parto no verão, com 29 animais do *compost barn* e 11 do sistema semi-intensivo. Também foi observada diferença significativa ($p < 0,05$), com maior mediana de produção nas vacas mantidas no

compost barn (12.956 kg) em comparação às do semi-confinamento (10.491 kg)



(Figura 1).

Figura 1 - Comparação da produção de leite entre sistemas de manejo.

Foram realizadas ainda comparações entre primíparas e multíparas, bem como entre vacas agrupadas de acordo com intervalos de dias em lactação (< 100, 100–200 e 200–300 dias) e estações de parição (outono, inverno e primavera). Em todas essas análises, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Por fim, os valores de produção foram corrigidos para uma lactação padrão de 305 dias, conforme metodologia amplamente adotada em estudos de desempenho leiteiro (ICAR, 2023; Embrapa, 2020; Norman *et al.*, 2010). A correção foi realizada pela relação entre a produção total registrada e o número de dias em lactação, projetando a produção equivalente para 305 dias, segundo a fórmula (Figura 2):

Figura 2 - Fórmula utilizada com correção padrão para 305 dias

$$L_{305} = \frac{L}{D} \times 305$$

Nesta fórmula L representa a produção total (kg) e D os dias de lactação até o momento da coleta dos dados. Após uma padronização para 305 dias, todas as comparações entre grupos apresentaram $p > 0,05$, indicando ausência de diferença estatisticamente significativa entre os sistemas de alojamento. A opção pelo recorte considerando vacas com mais de 300 dias em lactação, em alguns dos cálculos realizados, deve-se à expressiva variação na produção leiteira observada entre vacas recém-ingressas na lactação e aquelas que já se encontram há períodos prolongados em produção.

Discussão

Os resultados obtidos evidenciam que o tipo de instalação pode influenciar a produção leiteira de vacas, porém essa relação deve ser interpretada com cautela, considerando a heterogeneidade dos grupos avaliados e os fatores fisiológicos e ambientais que interferem no desempenho produtivo. Na primeira análise, com cerca de 68 vacas por sistema, observou-se maior produção no sistema semi-confinado, resultado semelhante ao encontrado por Lima Netto (2022), que verificou desempenho técnico e econômico mais favorável ao semi-confinamento em determinadas propriedades, especialmente quando as condições ambientais e nutricionais são adequadas. Entretanto, tal resultado pode ter sido afetado pela variação nos dias de lactação entre os animais, já que vacas em estágios mais avançados apresentam maior persistência de produção (Grummer, 1995; Leblanc, 2010).

Ao restringir a análise às vacas com mais de 300 dias de lactação, observou-se inversão do padrão inicial, com melhor desempenho produtivo das vacas mantidas no sistema *compost barn*. Esse resultado é coerente com estudos que destacam as vantagens do *compost barn* em proporcionar maior conforto

térmico e bem-estar animal. Breitenbach *et al.* (2018) demonstraram que esse sistema reduz o estresse térmico e promove maior tempo de descanso, refletindo em melhor persistência da lactação e maior produção total de leite. De modo semelhante, Freitas (2020) observou que a temperatura e a umidade dentro do *compost barn* permanecem mais estáveis ao longo do dia, o que contribui para menor variação térmica corporal e maior estabilidade produtiva.

A análise do subgrupo de vacas com parto no verão reforça essa tendência, indicando maior eficiência produtiva no *compost barn*. Esse resultado está em conformidade com Silva Júnior *et al.* (2017), que observaram menores índices de temperatura e umidade (ITU) e maior conforto térmico em vacas girolandas e holandesas mantidas em *compost barn*. Segundo os autores, o ambiente desse sistema permite melhor ventilação, maior dissipação de calor e redução de respostas fisiológicas ao estresse, como a elevação da temperatura retal e da frequência respiratória. González (2021) também destaca que ambientes com boa ventilação e cama orgânica seca favorecem o equilíbrio térmico e reduzem a incidência de distúrbios metabólicos e reprodutivos.

Por outro lado, a ausência de diferença significativa após a correção da lactação para 305 dias indica que o tipo de instalação, isoladamente, não é determinante para a produtividade. Esse achado está em consonância com o estudo de Melo *et al.* (2016), que apontam o estresse térmico e o manejo nutricional como fatores mais decisivos para o desempenho produtivo do que a estrutura física do alojamento, desde que as condições básicas de conforto sejam respeitadas. Em linha semelhante, Embrapa (2016) e Bitar *et al.* (2020) destacam que a eficiência produtiva resulta da interação entre conforto térmico, manejo alimentar, sanidade e estágio fisiológico, sendo necessário um equilíbrio entre esses fatores para alcançar resultados consistentes.

A fase de lactação exerce forte influência sobre os resultados observados. Comparações entre primíparas e multíparas com faixas menores de dias em lactação não apresentaram diferença significativa, o que reforça que, em estágios iniciais da lactação, o tipo de instalação exerce influência menos expressiva sobre a produtividade. Nessa fase, o desempenho produtivo é predominantemente

determinado por fatores fisiológicos, como o pico de lactação e as adaptações metabólicas pós-parto. Essa interpretação é sustentada por estudos brasileiros que evidenciam a forte influência do balanço energético negativo (BEN) e da mobilização de reservas corporais nos primeiros dias após o parto, fatores que afetam diretamente a produção e composição do leite (Pimentel, 2006; Oliveira, 2011; Silva-Filho *et al.*, 2017).

De forma semelhante, Duarte *et al.* (2022) ressaltam que o período de transição é o mais crítico da lactação, em razão das intensas demandas metabólicas e hormonais, e que a exposição ao estresse térmico nesse período pode agravar a queda da ingestão de matéria seca (IMS) e comprometer o desempenho produtivo subsequente. Pegorini (2011) complementa que o estresse térmico reduz a eficiência metabólica e a utilização de nutrientes, levando a menor produção e qualidade do leite.

Assim, os resultados reforçam que o sistema *compost barn* pode proporcionar melhores condições de conforto e bem-estar, favorecendo a persistência da lactação, especialmente em condições de maior desafio térmico, como observado no verão. No entanto, a ausência de diferenças significativas após a padronização dos dados indica que a produtividade leiteira depende de múltiplos fatores, e que a escolha do sistema de alojamento deve considerar não apenas o desempenho produtivo, mas também o custo de implantação, o manejo adotado e a realidade climática e econômica da propriedade (Breitenbach *et al.*, 2018; Lima Netto, 2022).

Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo indicam que, embora diferenças iniciais de produtividade entre vacas mantidas em sistemas semi-confinado e *compost barn* tenham sido observadas, tais variações estão fortemente associadas ao estágio de lactação e à composição dos grupos analisados. A padronização da produção para 305 dias eliminou as diferenças estatísticas previamente verificadas, sugerindo que o tipo de instalação, isoladamente, não exerceu influência significativa sobre o desempenho produtivo total das vacas avaliadas.

Entretanto, quando controladas as condições fisiológicas, observou-se tendência de maior persistência de lactação e estabilidade produtiva no sistema *compost barn*, especialmente em vacas com partos ocorridos no verão, o que reforça o papel positivo do conforto térmico e do bem-estar proporcionados por esse tipo de alojamento. Assim, pode-se inferir que o *compost barn* representa uma alternativa eficiente para a manutenção da produção em períodos de maior desafio térmico, enquanto o sistema semi-confinado pode apresentar vantagem econômica em contextos de menor investimento estrutural e manejo adequado.

Futuras pesquisas devem considerar populações mais homogêneas, associando variáveis fisiológicas e ambientais, de modo a compreender com maior precisão os efeitos do conforto térmico sobre o desempenho produtivo e o bem-estar de vacas leiteiras em diferentes sistemas de alojamento. Além disso, outras pesquisas deveriam levar em conta fatores como controle de dieta, heterogeneidade, variedade genética e fatores de medida de temperatura ambiental mais precisos.

Referências

ANDRADE KOGIMA, P. *et al.* The Welfare of Dairy Cows in Pasture, Free Stall, and Compost Barn Management Systems in a Brazilian Subtropical Region. **Animals** (Basel). 2022

BITAR, C. *et al.* Estratégias de manejo e ambiência para vacas leiteiras em sistemas intensivos. **Revista Pubvet**, v. 14, n. 9, p. 1–10, 2020. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/>. Acesso em: 4 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite. **Diário Oficial da União**, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Estabelece os regulamentos técnicos de identidade

e qualidade do leite cru refrigerado, do leite pasteurizado e do leite tipo A. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 nov. 2018a.

BITAR, C. et al. Estratégias de manejo e ambiência para vacas leiteiras em sistemas intensivos. **Revista Pubvet**, v. 14, n. 9, 2020. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/>. Acesso em: 04 jul. 2025.

BORTOLETO E.; WILKINSON, J. Competitividade, inovação e demandas tecnológicas no sistema agroindustrial do Mercosul ampliado - lácteos. **38º Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER)**. 2000, Rio de Janeiro.

BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, p. 285–295, 1994.

BREITENBACH, R. Economic viability of semi-confined and confined milk production systems in free-stall and compost barn. **Food and Nutrition Sciences**, v. 09, n. 05, p. 609-618, 2018.

CARVALHO, A. F. de *et al.* Qualidade do leite: componentes e propriedades físicas e químicas. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 61, n. 352, p. 35-39, 2006.

COLLIER, R. J. et al. Thermal stress effects on dairy cattle. University of Arizona Agricultural Experiment Station, Tucson, 2011.

DUARTE, R. M. *et al.* Transição e pico de lactação: fatores fisiológicos e impactos na produção. **Revista Brasileira de Ciência Animal**, v. 45, n. 2, p. 97–108, 2022.

EMBRAPA. Tecnologias para sistemas de produção de leite. Juiz de Fora: **Embrapa** Gado de Leite, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Programa Nacional de Melhoramento Genético da Raça Girolando: Sumário de Touros – Maio 2020.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Milk and dairy products in human nutrition.** Rome: FAO, 2013. Disponível em: <https://www.fao.org>

FERREIRA, L. S.; ALMEIDA, R. de. LOCAL PUBLIC POLICIES TO CLIMATE CHANGE (CC) ADAPTATION: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES TO RECÔNCAVO TERRITORY, BRAZIL / POLÍTICAS PÚBLICAS LOCAIS PARA ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS (MC): DESAFIOS E OPORTUNIDADES AO TERRITÓRIO DO RECÔNCAVO, BRASIL. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, [S. l.], v. 3, n. 1, 2021.

FREITAS, M. S. G. de. Projeto e avaliação de conforto térmico em sistema Compost Barn para bovinos leiteiros. 2020. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/32447>.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. Conceitos básicos sobre composição do leite e métodos utilizados. Curso online sobre qualidade do leite. 2000. 11p

GONZÁLEZ, F. H. D. (Org.). A vaca leiteira do século 21: lições de metabolismo e nutrição. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021. 348 p. ISBN 978-65-5973-073-5.

GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2820–2833, 1995.

IBGE. (2024a). Pesquisa da Pecuária Municipal - Produção de Leite 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>

IBGE. (2024b). Pesquisa Trimestral do Leite – 1º trimestre de 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>

INTERNATIONAL COMMITTEE FOR ANIMAL RECORDING. **Section 2 – Dairy Cattle Milk Recording**. *Version June 2023*. [S.l.]: ICAR, 2023.

JANK, M. S.; FARINA, E. M. Q.; GALAN, V. B. O agrobusiness do leite no Brasil. **São Paulo: Pensa** – Milkbuzz, 1999

LEBLANC, S. J. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. **Journal of Reproductive and Development**, v. 56, supl., p. S29–S35, 2010.

LIMA NETTO, E. P. Desempenho técnico e econômico dos sistemas de produção de leite semi-confinado e compost barn em Minas Gerais. 2022. 28 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2022.

MARRINEZ, G.M., *et al.* Diurnal Behaviour, Health and Hygiene of Dairy Cows in Compost Barn Systems Under Different Climates in Argentina: A Bayesian Approach. **Agriculture** **2025**, 15, 1998.

MELO, A. F. *et al.* Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: revisão. **Revista Pubvet**, v. 10, n. 10, p. 721–730, 2016. DOI:

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001. Washington, **DC: The National Academies Press**.

NORMAN, H. D., HUTCHISONn, J. L., & Miller, R. H. Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States. **Journal of dairy science**, 93(8), 3880–3890, 2010.

OLIVEIRA, R. S. B. R. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras uma semana pré-parto e durante o puerpério fisiológico. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13040>.

Olias, C. O. (2020). Estresse térmico em vacas leiteiras: Revisão. **Pubvet**, 16(3), 1-4.

PEGORINI, L. N. C. Efeitos do estresse térmico em rebanhos leiteiros de alta produção. 2011. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PIMENTEL, M. A. *et al.* Características da lactação de vacas Hereford criadas em sistema de produção extensivo na região da campanha do Rio Grande do Sul. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, supl., p. 2555-2562, 2014.

RAQUEL B. Economic Viability of Semi-Confined and Confined Milk Production Systems in Free-Stall and Compost Barn. **Food and Nutrition Sciences**. January 2018

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Leite: importância e consumo. **Leite e seus derivados no Brasil**. São Paulo: Ed. Varela, 2010. p. 15-36.

RIBEIRO, C. A. *et al.* Conforto térmico e produção de leite em vacas Holandesas. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 17, n. 6, p. 9257–9265, 2020.

SILVA, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SILVA FILHO, A. P. *et al.* Indicadores bioquímico e hormonal de vacas leiteiras mestiças sadias e doentes durante o final da gestação e o início da lactação. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 11, p. 1229-1240, 2017.

SILVA JÚNIOR, R. S. *et al.* Influência da temperatura e umidade ambiente no índice de conforto de bovinos Girolando e Holandês mantidos em galpão de Compost Barn. **Sinapse Múltipla**, v. 6, n. 2, p. 190–194, 2017.

SILVA, C. F. S.; SÃO JOÃO, D. Influência do sistema Compost Barn sobre a produtividade, qualidade do leite e índices reprodutivos. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2018.

TAO, S., & DAHL, G. E. Heat stress effect during late gestation on dry cows and their calves. **Journal of Dairy Science**. 96(7), 4079-4093, 2013.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57–60, 1959.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 6, p. 2131–2144, 2003.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITAR, C. et al. Estratégias de manejo e ambiência para vacas leiteiras em sistemas intensivos. **Revista Pubvet**, v. 14, n. 9, 2020. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/>. Acesso em: 04 jul. 2025.

BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, p. 285–295, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite. **Diário Oficial da União**, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Estabelece os regulamentos técnicos de identidade e qualidade do leite cru refrigerado, do leite pasteurizado e do leite tipo A. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 nov. 2018a.

CARVALHO, A. F. de *et al.* Qualidade do leite: componentes e propriedades físicas e químicas. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 61, n. 352, p. 35-39, 2006.

CARVALHO, G. G. P. de *et al.* Degradabilidade ruminal do feno de alguns alimentos volumosos para ruminantes. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 58 (4): 575-580, 2006

COLLIER, R. J. et al. Invited review: Genes involved in the bovine heat stress response. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 2, p. 445–454, 2008.

COLLIER, R. J. et al. Thermal stress effects on dairy cattle. University of Arizona Agricultural Experiment Station, Tucson, 2011.

DALTRO, D. dos S. (2014). Uso da termografia infravermelha para avaliar a tolerância ao calor em bovinos de leite submetidos ao estresse térmico. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/95988>

DE MEDEIROS, A. P.; MORAES, B. M. M.; BENDER FILHO, R. Mercado Brasileiro De Leite: Causalidade De Preços Nos Principais Estados Produtores. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, [S. l.], v. 5, n. 10, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/ruc/article/view/1384>. Acesso em: 22 maio. 2025

DOUCE, R. *et al.* Effect of heat stress on the metabolic status of dairy cows during the transition period. *Animal*, v. 15, n. 3, p. 100171, 2021.

DUARTE, R. M. *et al.* Transição e pico de lactação: fatores fisiológicos e impactos na produção. **Revista Brasileira de Ciência Animal**, v. 45, n. 2, p. 97–108, 2022.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Milk and dairy products in human nutrition**. Rome: FAO, 2013. Disponível em: <https://www.fao.org>

FAO. (2023). FAOSTAT – Livestock primary. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat>

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. Conceitos básicos sobre composição do leite e métodos utilizados. Curso online sobre qualidade do leite. 2000. 11p

FREITAS, M. S. G. de. Projeto e avaliação de conforto térmico em sistema Compost Barn para bovinos leiteiros. 2020. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2020. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/32447>

FRIGOTTO, T. A. Monitoramento clínico e produtivo de vacas leiteiras no período de transição. Dissertação, UFPR, 2010.

GONZÁLEZ, Félix H. D. (Org.). A vaca leiteira do século 21: lições de metabolismo e nutrição [livro eletrônico]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, 2021. 348 p. ISBN 978-65-5973-073-5.

GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2820–2833, 1995.

IBGE. (2024a). Pesquisa da Pecuária Municipal - Produção de Leite 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>

IBGE. (2024b). Pesquisa Trimestral do Leite – 1º trimestre de 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>

JANK, M. S.; FARINA, E. M. Q.; GALAN, V. B. O agribusiness do leite no Brasil. São Paulo: Pensa – Milkbuzz, 1999

KIM, Y. H. *et al.* Changes in feeding behavior, rumination, and gastrointestinal tract function in heat-stressed dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 264, p. 114476, 2020.

LEBLANC, S. J. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. **Journal of Reproductive and Development**, v. 56, Suppl, p. S29–S35, 2010

MARTINS, P. H. F.; LUCAS, P. L. R.; BARBOSA, R. Influência do estresse térmico e dieta aniônica no período de transição: relato de caso. **Revista Agroveterinária**, v. 6, n. 2, 2021.

MELO, Aurélio Ferreira *et al.* Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão. **Pubvet**, v. 10, p. 721-794, 2016.

MONTEIRO, C. A. *et al.* Determinantes do consumo alimentar no Brasil. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 32, e180003, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br>

MORGAN, D. L. *et al.* Behavioral adaptations and welfare implications of heat stress in dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 251, p. 105647, 2022.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. OETZEL, G. R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, v. 23, n. 3, p. 651–674, 2007.

NRC – National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

Olias, C. O. Estresse térmico em vacas leiteiras: Revisão. *Pubvet*, 16(3), 1-4, 2020.

PEGORINI, L. N. C. Efeitos do estresse térmico em rebanhos leiteiros de alta produção. 2011. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Leite: importância e consumo. In: RIBEIRO, S. D. A.; RIBEIRO, A. C. (Org.). Leite e seus derivados no Brasil. São Paulo: Ed. Varela, 2010. p. 15-36.

RIBEIRO, C. A. et al. Conforto térmico e produção de leite em vacas Holandesas. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 17, n. 6, p. 9257–9265, 2020

SANTO, Espírito. Avaliação do comportamento diurno de vacas girolando em confinamento Compost Barn. [S. l.: s. n.], [s. d.].

Santos, L. M., Almeida, T. C., & Silva, P. R. Tecnologias de monitoramento do conforto térmico em bovinos leiteiros. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, 43(1), 15-23, 2021

SANTOS, M. V. *et al.* Qualidade do leite: composição, CCS e CBT. Mastite e Qualidade do Leite, 2. ed., p. 33–58, Manole, 2018.

SCHLLEMER, Natali Regina. Pontos críticos na relação entre a qualidade do leite e o bem-estar da vaca leiteira: revisão de literatura. [S. l.: s. n.], [s. d.].

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

SILVA JÚNIOR, R. S. *et al.* Influência da temperatura e umidade ambiente no índice de conforto de bovinos Girolando e Holandês mantidos em galpão de Compost Barn. **Sinapse Múltipla**, v. 6, n. 2, p. 190–194, 2017

SILVA, C. F. S.; SÃO JOÃO, D. Influência do sistema Compost Barn sobre a produtividade, qualidade do leite e índices reprodutivos. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Tancredo de Almeida Neves, São João Del Rei, 2018.

SILVA, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, v. 12, n. 2, p. 57–60, 1959.

WERTZ-LUTZ, A. E. *et al.* Hormone and metabolite status of periparturient beef cows fed varying amounts of dietary energy. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 430–439, 2006.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 6, p. 2131–2144, 2003.

ZHAO, Y. *et al.* Behavioral changes of dairy cows during heat stress and their relationship to physiological responses. **Animals**, v. 9, n. 10, p. 830, 2019.