

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

NATHÁLIA SANTOS DA SILVA

**EFEITOS DO SOMBREAMENTO ARTIFICIAL SOBRE PARÂMETROS
PRODUTIVOS, FISIOLÓGICOS DE VACAS MISTIÇAS HOLANDÊS X GIR SOB
ESTRESSE POR CALOR**

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL

2025

NATHÁLIA SANTOS DA SILVA

**EFEITOS DO SOMBREAMENTO ARTIFICIAL SOBRE PARÂMETROS
PRODUTIVOS, FISIOLÓGICOS DE VACAS MISTIÇAS HOLANDÊS X GIR SOB
ESTRESSE POR CALOR**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte das
exigências para obtenção do título de
bacharel em Zootecnia.

Orientador(a): Prof. Dra. Camila Soares Cunha

CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL

2025

NATHÁLIA SANTOS DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 26 de Novembro
de 2025, e aprovado pela Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 CAMILA SOARES CUNHA
Data: 01/12/2025 10:58:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Camila Soares Cunha
Presidente

Documento assinado digitalmente
 INGRYD MUNIZ DE OLIVEIRA
Data: 28/11/2025 22:55:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Ingryd Muniz de Oliveira
Membro da Banca

Documento assinado digitalmente
 THAMARA CRISTINA BORTOLOTTTO
Data: 28/11/2025 22:27:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Thamara Cristina Bortolotto
Membro da Banca

Dedico este trabalho a minha família, pela dedicação e o amor a cada dia durante os anos da graduação.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão pela conclusão deste trabalho a Deus, que esteve comigo em todos os momentos, e aos meus pais. Sou grata também à minha orientadora que me mostrou a beleza da bovinocultura de leite e da pesquisa e por fim, agradeço à banca examinadora pela atenção e disponibilidade em avaliar este trabalho.

*“Aquilo que não se mede, não se
melhora.”*

William Thomson (Lord Kelvin)

RESUMO

A bovinocultura de leite no Brasil enfrenta desafios associados ao clima tropical e ao caráter predominante extensivo dos sistemas de produção, o que exige estratégias que aumentem a produtividade sem elevar os custos operacionais. Nesse contexto, o sombreamento artificial pode contribuir para mitigar os efeitos do estresse térmico por calor, especialmente em vacas mestiças criadas a pasto. O presente trabalho avaliou os efeitos do sombreamento artificial sobre a produção e composição do leite, além de também avaliar parâmetros fisiológicos como frequência respiratória e temperatura retal em vacas mestiças Holandês × Gir mantidas em sistema de pastejo com e sem acesso à sombra. O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Escola da UFMS, em Terenos/MS, entre março e julho de 2024, utilizando dez vacas distribuídas em cinco quadrados latinos 2×2 . Cada período experimental consistiu em 14 dias de adaptação e 15 dias de coleta de dados, totalizando 116 dias. As vacas foram ordenhadas uma vez ao dia, às 08h00, e a produção individual foi registrada nos dias 17, 18 e 19 de cada período. No dia 29, coletou-se uma amostra individual de leite por vaca, destinada ao Laboratório Parleite da Associação de Criadores da Raça Holandesa. (Curitiba/PR) para análise dos teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais. A temperatura retal foi mensurada com termômetro digital entre os dias 20 e 25, nos horários de 06h00, 09h00, 12h00, 15h00, 18h00 e 21h00. Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando-se significativos valores de $p < 0,05$. O sombreamento não influenciou significativamente ($p > 0,05$) os parâmetros de desempenho produtivos (produção ou a composição do leite), assim como não teve influência na temperatura retal (parâmetro fisiológico) entretanto, reduziu a frequência respiratória, indicando maior conforto térmico. Conclui-se que o sombreamento artificial melhora o bem-estar de vacas mestiças a pasto, mesmo sem alterar o desempenho produtivo. Porém é necessário levar em consideração que período em que o experimento foi conduzido (outono) é caracterizado pelas temperaturas amenas, e o ITU ao qual os animais foram expostos foi considerado confortável.

Palavras-chave: bem-estar animal; bovinocultura de leite; estresse térmico; fisiologia; produção.

ABSTRACT

Dairy cattle production in Brazil faces challenges related to the tropical climate and the predominantly extensive production systems, demanding strategies that enhance productivity without increasing operational costs. In this context, artificial shading may mitigate the effects of heat stress, particularly in crossbred cows raised on pasture. This study evaluated the effects of artificial shading on milk yield and composition, as well as physiological parameters such as respiratory rate and rectal temperature, in Holstein × Gyr crossbred cows managed under pasture conditions with and without access to shade. The experiment was conducted at the Dairy Cattle Sector of the UFMS Experimental Farm, Terenos/MS, from March to July 2024, using ten cows allocated in five 2 × 2 Latin squares. Each experimental period consisted of 14 days of adaptation and 15 days of data collection, totaling 116 days. Cows were milked once daily at 08:00 h, and individual milk yield was recorded on days 17, 18, and 19. A single milk sample per cow was collected on day 29 for analysis of fat, protein, lactose, and total solids. Rectal temperature was measured from days 20 to 25 at 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, and 21:00. Data were analyzed using ANOVA, with significance declared at $p < 0.05$. Artificial shading did not significantly affect ($p > 0.05$) milk production or composition, nor rectal temperature; however, it reduced respiratory rate, indicating improved thermal comfort. It is concluded that artificial shading enhances the welfare of crossbred dairy cows on pasture, even without altering productive performance.

Keywords: animal welfare; dairy cattle; heat stress; physiology; production.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Limites de conforto térmico para diferentes composições raciais de vacas leiteiras.....	14
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Índices de conforto e desconforto térmico para bovinos leiteiros.....	13
Tabela 2. Temperatura retal e frequência respiratória de vacas mestiças Holandês x Gir com e sem sombreamento.....	14
Tabela 3. Produção e composição do leite de vacas mestiças Holandês x Gir com e sem sombreamento.....	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Estresse térmico por calor e índice de temperatura e umidade (ITU) em vacas leiteiras	12
2.2 Adaptação racial e resposta fisiológica ao calor	15
2.3 Efeitos do estresse por calor sobre a produção e composição do leite	16
2.4 Efeitos do sombreamento sobre o desempenho e o bem-estar animal	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Medidas fisiológicas	19
3.2. Produção e composição do leite	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1. Parâmetros fisiológicos	20
4.2. Produção e composição do leite	21
5. CONCLUSÃO	23
6. REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de leite no Brasil baseia-se majoritariamente em sistemas a pasto, utilizando animais mestiços como o Holandês x Gir, que combinam a alta produtividade da raça Holandesa e a rusticidade do Gir (GUIMARÃES et al., 2022). Ainda que esses sejam animais bem adaptados ao calor, a junção das temperaturas elevadas e a alta umidade relativa do ar impõem desafios à produção de leite diminuindo o bem-estar e aumentando a incidência de estresse térmico por calor, reduzindo o consumo de matéria seca, a eficiência alimentar e a produtividade dos animais (DALTRO et al., 2020). O estresse por calor é um desses desafios, ocorrendo quando o animal é incapaz de dissipar o excesso de calor corporal acumulado, causando alterações fisiológicas e comprometendo a produtividade e o bem-estar (BAGATH et al., 2019).

Animais de alta produção são mais suscetíveis aos efeitos do calor, podendo apresentar redução de até 22% na produção de leite, além de prejuízos reprodutivos e na qualidade do colostro (DALTRO et al., 2020). Diante desses impactos, torna-se essencial adotar estratégias que reduzam a carga térmica e minimizem o estresse por calor em vacas leiteiras. Entre as medidas ambientais disponíveis, o sombreamento destaca-se como uma alternativa simples e eficaz para melhorar o conforto térmico e preservar o desempenho produtivo (HABIMANA et al., 2023).

Apesar de sua reconhecida eficiência, a maioria dos estudos sobre sombreamento foi conduzida com vacas taurinas puras, como a raça Holandesa, o que limita a utilização dos resultados em animais mestiços criados em pastagens tropicais (CARVALHEIRA et al., 2021; DIAS et al., 2023; MARINS et al., 2024).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do sombreamento artificial sobre os parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas meio-sangue Holandês × Gir mantidas a pasto, contribuindo para o avanço do conhecimento científico e para o aprimoramento do manejo térmico e do bem-estar animal em regiões de clima tropical.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estresse térmico por calor e índice de temperatura e umidade (ITU) em vacas leiteiras

Contrariando crenças populares, os animais mestiços com algum grau de sangue zebuino também podem sofrer estresse térmico, sobretudo quando expostos a condições ambientais extremas (SILVA et al., 2022). Embora apresentem maior rusticidade e tolerância ao calor que raças taurinas puras, essa resistência possui limites fisiológicos definidos e pode ser superada em situações de temperatura e umidade elevadas (AZEVEDO, 2005).

O estresse térmico por calor constitui um dos principais fatores ambientais limitantes da produção leiteira, reduzindo o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais e gerando prejuízos econômicos significativos, ocorre quando há desequilíbrio entre o calor gerado pelo metabolismo e o calor dissipado para o ambiente, resultando em acúmulo térmico corporal (RHOADS et al., 2009).

Sob altas temperaturas ambientais, as trocas por radiação e convecção tornam-se ineficientes, e a evaporação passa a ser a principal via de perda de calor, realizada por sudorese e respiração. Entretanto, a eficiência evaporativa diminui com o aumento da umidade relativa do ar, pois o excesso de vapor d'água reduz o gradiente necessário para a transferência de calor (BAGATH et al., 2019). Nessas condições, o animal não consegue dissipar adequadamente o calor metabólico, elevando sua temperatura corporal e ativando respostas compensatórias, como taquipnéia, sudorese intensa, vasodilatação periférica e redução da ingestão de alimento, na tentativa de restabelecer a homeotermia (LI et al., 2021).

No Mato Grosso do Sul, dados do Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima – CEMTEC indicam que, entre 2017 e 2021, as temperaturas máximas médias atingiram 32,1 °C, com umidade relativa média de 92,2 %. O ITU foi calculado pela equação proposta por Thom (1959), amplamente utilizada para estimar a carga térmica ambiental em estudos com bovinos leiteiros. $ITU = T_{db} + 0,36 \cdot T_{po} + 41,2$, onde T_{db} é a temperatura do bulbo seco (°C) e T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho (°C), obtém-se um Índice de Temperatura e Umidade (ITU) de aproximadamente 88, acima do recomendado para vacas

Holandesas por exemplo que toleram bem um ITU de até 79 em estresse moderado (AZEVEDO, 2005).

O ITU é amplamente utilizado para avaliar o grau de estresse térmico em bovinos leiteiros, relacionando temperatura ambiente e umidade relativa do ar (ALMEIDA et al., 2021). Quando o ITU ultrapassa 79, observam-se aumento da temperatura retal, respiração acelerada e queda na produção de leite, especialmente em vacas de maior rendimento, observando que esse parâmetro se refere a vacas Holandesas (EMBRAPA, 2013). Os limites de conforto e desconforto térmico para bovinos leiteiros podem ser visualizados na Tabela 1, que apresenta a classificação do ITU conforme Lima et al. (2007).

Tabela 1. Índices de conforto e desconforto térmico para bovinos leiteiros.

ITU	Significado	Observação
< 75	Índices satisfatórios para o rebanho.	Monitoramento frequente do estado dos animais.
75 a 78	Rebanho em estado de alerta.	Medidas de segurança devem ser realizadas para evitar possíveis perdas na produção.
79 a 83	Possível perigo para o rebanho.	Providências são necessárias para evitar perdas na produção e no desempenho reprodutivo dos animais.
> 84	Rebanho em estado de emergência.	Providências urgentes devem ser tomadas para evitar o óbito dos animais.

Fonte: Adaptado de Lima et al. (2007).

Durante o estresse térmico prolongado, o organismo ativa mecanismos neuro endócrinos e comportamentais complexos. Além das respostas imediatas, há mudanças de comportamento, como busca por sombra, locais ventilados ou com presença de água (POLSKY; VON KEYSERLINGK, 2017).

A taxa metabólica influencia diretamente a suscetibilidade ao calor; vacas de alta produção geram maior quantidade de calor endógeno pela oxidação de nutrientes necessários à lactação, tornando-se mais vulneráveis (RHOADS et al., 2009). Em contrapartida, vacas de baixa produção mantêm desempenho satisfatório em temperaturas de até 33 °C, enquanto as de alta produção ultrapassam o limite

térmico em torno de 26 a 27 °C (BERMAN, 2005). Mesmo animais mestiços, como o Girolando, frequentemente reconhecidos por sua adaptabilidade, não estão imunes aos efeitos do calor. Embora apresentem maior tolerância às altas temperaturas, também manifestam sinais clássicos de estresse térmico, como sudorese acentuada, respiração ofegante e redução da produção (SILVA et al., 2022).

Pesquisas da Associação Brasileira dos Criadores de Girolando identificaram limites de conforto térmico diferenciados de acordo com o grau de sangue zebuíno, variando de ITU 77 a 80, enquanto vacas Holandesas puras demonstram desconforto a partir de ITU 74 (NEGRI et al., 2023). Esses resultados ressaltam que a genética exerce influência direta na tolerância térmica e deve ser considerada na formulação de estratégias de manejo e seleção em ambientes tropicais.

A Figura 1 ilustra de forma comparativa os limites de conforto térmico entre diferentes composições raciais de vacas leiteiras, evidenciando a maior resistência de animais com sangue zebuíno às condições de calor.

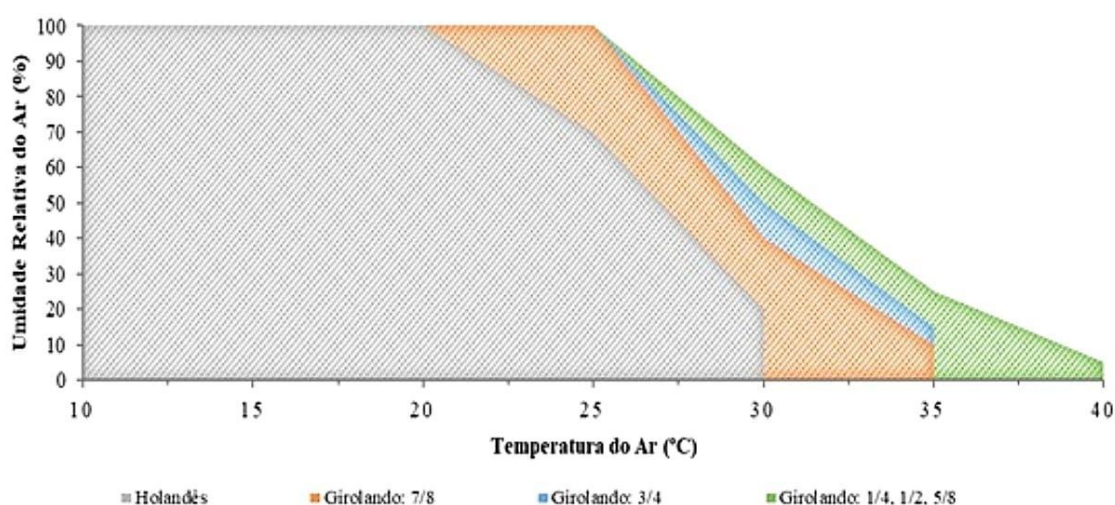


Figura 1 – Limites de conforto térmico para diferentes composições raciais de vacas leiteiras.

Fonte: Negri et al. (2022), adaptado da Associação Girolando.

A capacidade de adaptação das vacas leiteiras ao calor depende fortemente da interação entre ambiente, metabolismo e genética, fatores que determinam a eficiência dos mecanismos de termorregulação e a resistência ao estresse térmico (BAGATH et al., 2019). Nesse contexto, compreender os limites de ITU e os ajustes fisiológicos associados é essencial para identificar as diferenças individuais e raciais

na resposta ao calor, especialmente em sistemas de produção localizados em regiões tropicais (DO et al., 2021).

Pesquisas recentes indicam que esses fatores constituem a base científica para o desenvolvimento de estratégias de manejo térmico adequadas às condições ambientais e ao perfil produtivo dos rebanhos, contribuindo para a manutenção da saúde e da produtividade animal (ASSOCIAÇÃO GIROLANDO, 2022). Assim, torna-se evidente que fatores genéticos e fisiológicos desempenham papel determinante na resposta térmica das diferentes raças leiteiras, tema que será aprofundado no próximo tópico.

2.2 Adaptação racial e resposta fisiológica ao calor

A adaptação térmica dos animais depende de características morfológicas, fisiológicas e comportamentais que influenciam a dissipação do calor (SILVA et al., 2002). Raças zebuínas e seus cruzamentos, como o Girolando, apresentam pelagem mais curta, maior densidade de glândulas sudoríparas e menor produção metabólica de calor, favorecendo sua sobrevivência e produtividade em ambientes quentes. Em contrapartida, vacas taurinas, especialmente as de alta produção, possuem metabolismo mais intenso e menor capacidade de troca térmica, tornando-as mais suscetíveis ao estresse térmico (FERRAZZA et al., 2017).

Ensaio realizados com Girolando (3/4 HG e 5/8 HG) e Gir em sistemas pastejo indicam que o sombreamento diminui a temperatura de superfície e aumenta o tempo de ruminação, porém os ganhos em produção são pequenos ou inexistentes quando o estresse térmico é moderado e os animais já apresentam boa adaptação (CASTRO DIAS et al., 2024). Estudos comparativos mostram que raças taurinas puras como as Holandesas elevam temperatura retal e frequência respiratória mais intensamente sob exposição solar que animais zebuínos ou mestiços, que mantêm maior estabilidade termo-fisiológica; por isso, o benefício produtivo do sombreamento tende a ser maior para taurinas puras do que para mestiças adaptadas (McMANUS et al., 2014).

Trabalhos de campo com Girolando reportam condições ambientais típicas (temperaturas diurnas média/ máxima na faixa de 25 a 33 °C e UR variando conforme estação), nas quais o sombreamento melhora o bem-estar sem necessariamente elevar a produção de leite, salvo em picos de estresse térmico

(ITU elevados), quando a combinação de sombra com medidas ativas de resfriamento (aspersão/ventilação) mostra efeitos produtivos mais claros (HABIMANA et al., 2023).

2.3 Efeitos do estresse por calor sobre a produção e composição do leite

O estresse térmico por calor provoca uma série de alterações fisiológicas e metabólicas que impactam diretamente o desempenho produtivo e a qualidade do leite. Um dos principais mecanismos de resposta envolve a redução da taxa metabólica como forma de minimizar a produção endógena de calor, essa adaptação, embora essencial à sobrevivência, resulta em menor eficiência metabólica e redução na produção de leite, já que a energia disponível é desviada das funções produtivas para a manutenção da homeotermia (BAGATH et al., 2019).

O calor tem impacto direto na produção e composição do leite, esse efeito é amplamente documentado na literatura, porém a maior parte dos estudos é realizada em vacas da raça Holandesa, ou seja, animais taurinos que apresentam respostas mais intensas aos desafios ambientais pela maior sensibilidade térmica.

O estudo clássico de Rhoads et al. (2009) demonstrou redução de 40% no volume de leite no grupo de animais expostos ao estresse por calor em comparação ao grupo termoneutro, nesse experimento, as vacas foram expostas a condições de calor controlado em câmara climática, com ITU em torno de 78 a 80.

Segundo metanálise (JOO et al., 2021), a queda média de produção de leite varia entre 1,5 a 3,2 kg/dia sob condições de ITU elevado, já na composição do leite existe alteração na proteína com reduções de 0,10 a 0,20% e gordura que variou entre redução de 0,10 a 0,30% quando comparado a condições termoneutras.

Entretanto, essas alterações foram observadas em animais Holandeses de alta produção. Em animais mestiços, a exemplo do Girolando, as respostas são menos intensas na produção (CASTRO DIAS et al., 2024). Há escassez de estudos que quantifiquem perdas de produção e alterações na composição do leite em animais mestiços Holandês x Gir e suas diferentes composições sanguíneas, a maior parte dos experimentos relacionados são conduzidos em situação de campo onde existem variáveis maiores que podem comprometer os resultados. Além disso, estudos realizados em taurinos não podem ser extrapolados para os animais

mestiços diretamente, já que, os efeitos dependem da raça/genética e do manejo (BREDA et al., 2025).

2.4 Efeitos do sombreamento sobre o desempenho e o bem-estar animal

A adoção de estratégias de mitigação, como o sombreamento, reduz de forma consistente a carga térmica radiante e melhora indicadores de conforto (redução da temperatura corporal e da frequência respiratória) em vacas leiteiras. Entretanto, a magnitude da resposta ao sombreamento varia conforme a intensidade do estresse térmico e o nível de adaptação dos animais (CASTRO DIAS et al., 2024).

Em estudo clássico conduzido por Silva et al. (2002), avaliando vacas Holandesas e mestiças Holandês × Zebu mantidas em sistema a pasto no Nordeste do Brasil, sob temperaturas médias de 31,5 °C e umidade relativa de 68% (ITU 81), observou que vacas mestiças apresentaram menores elevações na temperatura retal e frequência respiratória em comparação às Holandesas puras, demonstrando maior tolerância ao calor e respostas menos intensas ao sombreamento artificial.

Reis et al. (2019), ao avaliar vacas Girolando (5/8 e 3/4 Holandês × Gir) em região semiárida da Bahia, com temperaturas médias de 32 °C, máximas de 36 °C e umidade relativa de 55% (ITU 82), constatou que o uso de sombreamento artificial reduziu a temperatura superficial e a frequência respiratória, mas não promoveu diferenças significativas na produção de leite, sugerindo que o grau de adaptação genética influencia a necessidade de sombreamento. Já Habimana et al. (2023), em revisão sobre raças leiteiras tropicais, concluiu que vacas mestiças e zebuínas apresentam menor magnitude de resposta fisiológica ao sombreamento, pois mantêm homeostase térmica mais eficiente que raças taurinas em condições de ITU entre 78 e 84.

O ganho produtivo com sombra torna-se mais evidente apenas quando o ITU ultrapassa 82, indicando estresse térmico severo. Em cenários moderados onde o ITU é igual ou menor a 78, a principal vantagem do sombreamento é o conforto comportamental, com aumento do tempo de ruminação e descanso, sem alterações significativas na produção (Tucker, Rogers e Schütz, 2008). Esses resultados reforçam que o impacto do sombreamento é condicionado à severidade do ambiente térmico e ao perfil genético do animal a ele submetido.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de bovinocultura de leite da Fazenda Escola da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em Terenos/MS, de março a julho de 2024.

Foram utilizadas dez vacas meio-sangue Holandês x Gir, com média de produção de 10 L/dia, semelhantes em estágio e ordem de lactação. Foram conduzidos cinco Quadrados Latinos 2x2, com dois tratamentos (piquete com e sem sombreamento artificial) e quatro períodos experimentais de 29 dias (14 dias de adaptação e 15 dias de coleta), totalizando 116 dias. O sombreamento artificial foi construído com tela sombrite com 80% de bloqueio solar, pé-direito de 4 m e área de 25 m² (5 m²/vaca). Os animais receberam pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, silagem de milho e concentrado formulado segundo o NRC (2021) contendo milho, farelo de soja e minerais.

Os dados meteorológicos foram obtidos junto à estação meteorológica da UFMS, em Campo Grande-MS. Apesar de ser um município diferente do experimento, a distância é de apenas 30 km do setor onde foi conduzido o experimento.

3.1. Medidas fisiológicas

As avaliações fisiológicas foram realizadas entre os dias 20 e 25 de cada período experimental, abrangendo diferentes momentos do dia para representar as variações térmicas diárias. A frequência respiratória (FR) foi determinada por meio da contagem dos movimentos de flanco durante 1 minuto, sendo expressa em respirações por minuto (mov/min). As observações ocorreram às 06h00, 14h00 e 21h00, correspondendo, respectivamente, aos períodos de menor, maior e média carga térmica.

A temperatura retal (TR) foi mensurada com o uso de um termômetro digital veterinário, inserido a aproximadamente 5 cm no reto, permanecendo em contato por cerca de 1 minuto, até a estabilização do valor. As medições foram realizadas nos dias 20 a 25 de cada período experimental, nos horários de 06h00, 09h00, 12h00, 15h00, 18h00 e 21h00, permitindo o acompanhamento da variação térmica corporal ao longo do dia.

3.2. Produção e composição do leite

A produção diária de leite (L/dia) foi registrada do 17º ao 19º dia de cada período experimental. A coleta de dados foi realizada por três dias consecutivos em cada período, visando reduzir variações ocasionais. Amostras individuais de leite foram coletadas no momento da ordenha, utilizando-se um coletor acoplado ao sistema de ordenha, de forma a garantir a representatividade da amostra. Após a coleta, as amostras foram devidamente identificadas e armazenadas sob refrigeração até a realização das análises laboratoriais.

A composição do leite (gordura, proteína, lactose e sólidos totais), foi determinada no Laboratório Parleite (Associação de Criadores da Raça Holandesa) credenciado à Rede Brasileira de Qualidade do Leite, seguindo metodologias oficiais. A análise estatística foi realizada pelo procedimento GLIMMIX do SAS University Edition (v.9.4), considerando significância $p < 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média durante o experimento foi 24,13 °C e a máxima de 30,34 °C, já a umidade relativa média foi de 62,25%. Considerando que o índice de temperatura e umidade (ITU) médio foi 73,8 configurando uma zona de conforto para raças mestiças ou zebuínas, onde o limite são valores de até ITU 80 podem ser tolerados sem prejuízo significativo ao desempenho produtivo (Negri et al., 2022; Habimana et al., 2023).

4.1. Parâmetros fisiológicos

A frequência respiratória e a temperatura retal das vacas estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Frequência respiratória e temperatura retal média de vacas mestiças Holandês x Gir a pasto com e sem sombreamento

Variável	Tratamentos		EPM ¹	p - valor
	Com sombra	Sem sombra		
Frequência respiratória (mov. flanco/ min.)	31,54	33,81	1,48	0,04
Temperatura retal (°C)	38,23	38,19	0,06	0,62

¹Erro padrão da média

A frequência respiratória difere entre os tratamentos, sendo menor nas vacas mantidas sob sombreamento (31,54 mov./min) em comparação ao grupo sem sombra (33,81 mov./min), com efeito significativo ($p = 0,04$). Por outro lado, a temperatura retal não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, com valores médios de 38,23 °C e 38,19 °C, respectivamente ($p = 0,62$).

Segundo Ferreira et al. (2006), vacas sob estresse térmico aumentam a frequência respiratória como estratégia de perda de calor por evaporação, enquanto Nóbrega et al. (2011) classificam frequências inferiores a 40–60 mov/min como indicativas de baixo nível de estresse térmico. Assim, ambos os grupos experimentais podem ser considerados dentro da faixa de conforto fisiológico, porém o sombreamento favoreceu menor esforço termorregulatório, ou seja houve estresse já que, ocorreu esforço compensatório ativo no grupo dos animais no tratamento sem sombra, que precisaram aumentar a frequência respiratória melhorando a dissipação de calor.

O estudo mostrou também que a adaptação das vacas mestiças Holandês × Gir permite uma resposta termorregulatória eficiente, com menor elevação da temperatura corporal e maior tolerância às condições de calor. Estudos de Azevedo et al. (2005) e Carvalheira et al. (2021) relatam comportamento semelhante em vacas com maior grau de sangue zebuíno, nas quais a estabilidade térmica é mantida mesmo em ambientes de alta temperatura e umidade relativa. Portanto, os resultados fisiológicos sugerem que, embora as condições ambientais pudessem representar desafio térmico, as vacas avaliadas não estavam em situação de estresse severo, e o sombreamento foi capaz de promover melhora mensurável no conforto térmico sem comprometer a homeotermia.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos para a temperatura retal, com valores médios de 38,23°C para vacas sob sombreamento e 38,19°C para vacas sem sombra, permanecendo dentro da faixa fisiológica normal (38,0 – 39,3°C) para vacas em lactação (RADOSTITS et al. 2007). Essa diferença demonstra que os animais sob sombra estavam em condição de maior conforto térmico e que o sombreamento reduziu a necessidade de ativação dos mecanismos evaporativos de dissipação de calor, visto que animais no tratamento sem sombra precisaram aumentar a frequência respiratória para se manterem em temperatura corporal adequada.

4.2. Produção e composição do leite

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos com e sem sombreamento artificial para as variáveis de produção de leite, e composição; gordura; proteína; lactose e sólidos totais. (Tabela 3)

Tabela 3. Produção e composição média do leite de vacas mestiças Holandês × Gir a pasto com e sem sombreamento

Variável	Tratamentos		EPM ¹	p - valor
	Com sombra	Sem sombra		
Produção de leite(L/dia)	11,27	11,37	7,83	0,72
Gordura (%)	4,64	4,25	32,58	0,40
Proteína (%)	3,41	3,42	4,10	0,82
Lactose (%)	3,94	4,04	7,61	0,34
Sólidos totais (%)	12,70	12,74	14,26	0,94

¹Erro padrão da média

A produção média de leite foi similar entre os tratamentos, sendo 11,27 L/dia para vacas com sombra e 11,37 L/dia para aquelas sem sombra (EPM = 7,83; $p = 0,72$). Em relação à composição do leite, o teor de gordura foi de 4,64% nas vacas com sombreamento e 4,25% nas vacas sem sombreamento (EPM = 32,58; $p = 0,40$). Os valores de proteína foram muito próximos entre os tratamentos, sendo 3,41% com sombra e 3,42% sem sombra (EPM = 4,10; $p = 0,82$). Para lactose, observaram-se valores médios de 3,94% para vacas com sombra e 4,04% para vacas sem sombra (EPM = 7,61; $p = 0,34$). Já os sólidos totais apresentaram médias de 12,70% e 12,74%, respectivamente, para os tratamentos com e sem sombra (EPM = 14,26; $p = 0,94$).

A ausência de efeito sobre a produção e composição do leite pode estar relacionada às temperaturas moderadas ao qual os animais foram expostos, já que o experimento ocorreu no outono onde as temperaturas são mais amenas e a radiação solar é menor, o que contribui para redução da carga térmica ambiental e limita diferenças produtivas entre animais sombreados e não sombreados. (Negri et al., 2022; Habimana et al., 2023). Além disso, os animais mestiços são reconhecidos por sua rusticidade e resistência ao calor, o que pode ter reduzido o impacto do estresse térmico sobre a produção.

Daltro et al. (2020) destaca que vacas adaptadas ao clima tropical, especialmente as de menor potencial leiteiro, respondem menos intensamente às estratégias de mitigação térmica, apresentando alterações fisiológicas sem reflexos

significativos na produção, resultado semelhante ao do presente trabalho, tendo em vista que os animais estudados são de baixa produção com uma média de 10L de leite diário, além de serem meio-sangue, ou seja possuem linhagem zebu configurando uma maior adaptação ao clima tropical. Essas observações estão de acordo com Almeida et al. (2021) e Ominski et al. (2002), os quais destacam que o impacto do estresse térmico sobre a produção depende da intensidade do desafio térmico e do nível metabólico individual. Vacas de alta produção, por apresentarem maior geração de calor endógeno, são mais propensas à redução de desempenho, enquanto vacas de produção moderada mantêm a lactação estável sob condições semelhantes.

Dessa forma, os resultados do presente estudo indicam que, embora o sombreamento não tenha promovido aumento na produção, ele melhorou o bem-estar fisiológico, reduzindo a frequência respiratória, efeito importante para a manutenção da homeostase e da saúde dos animais em ambientes tropicais.

5. CONCLUSÃO

O sombreamento artificial não influenciou significativamente a produção e a composição do leite nas condições ambientais do estudo, considerando que o estudo foi realizado no período de outono onde as temperaturas são amenas e o ITU foi considerado confortável. Porém, o sombreamento reduziu a frequência respiratória das vacas, indicando melhor conforto térmico e adaptação às condições ambientais, mesmo que essas não fossem intensamente estressantes.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. L. P.; OLIVEIRA, C. C.; FERREIRA, F. A. Influência do estresse térmico sobre o desempenho produtivo de vacas leiteiras em sistemas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, p. e20210045, 2021.

ASSOCIAÇÃO GIROLANDO. Relatório Técnico Anual 2022. Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, 2022.

AZEVEDO, M. et al. Estimation of upper critical levels of the temperature-humidity index for $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ and $\frac{7}{8}$ lactating Holstein-Zebu dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 2000–2008, 2005.

BAGATH, M. et al. The impact of heat stress on the immune system of dairy cattle: a

review. **Research in Veterinary Science**, v. 126, p. 94–102, 2019.

BECKER, C. A.; COLLIER, R. J.; STONE, A. E. Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 103, p. 6751–6770, 2020.

BERMAN, A. Estimation of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1377–1384, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio 2021–2031**. Brasília: MAPA, 2021.

CASTRO DIAS, E. et al. Efeito do sombreamento nas respostas fisiológicas, produção e qualidade do leite de vacas Girolando. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 2, p. e11986, 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11986>. Acesso em: 16 nov. 2025.

DALTRO, A. M. et al. Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 288–311, 2020.

DALTRO, D. S. et al. Respostas produtivas e fisiológicas de vacas leiteiras submetidas ao estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 6, p. 2143–2152, 2020.

DA SILVA, R. G. et al. Efeitos do ambiente térmico sobre a produção e reprodução de bovinos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 324–332, 2010.

DE RENSIS, F.; SCARAMUZZI, R. J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in dairy cows – a review. **Theriogenology**, v. 60, p. 1139–1151, 2003.

DOS SANTOS BREDÁ, J. C. et al. Metabolic profile of Holstein × Gyr cows: effects of parity and body condition score at calving. **Tropical Animal Health and Production**, v. 57, p. 224, 2025.

EMBRAPA. Conforto térmico em bovinos leiteiros a pasto. **Documentos Embrapa**, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1092310/1/Doc342.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2025.

FERRAZZA, R. A. et al. Thermoregulatory responses of Holstein and Girolando cows under heat stress. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, p. 1421–1428, 2017.

FERREIRA, F. et al. Termorregulação de vacas leiteiras submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 1007–1013, 2006.

HABIMANA, V. et al. Heat stress effects on milk yield traits and metabolites and mitigation strategies for dairy cattle breeds reared in tropical and sub-tropical countries. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10, p. 1121499, 2023.

JOO, S. S. et al. Changes in blood metabolites and immune cells in Holstein and

Jersey dairy cows by heat stress. **Animals**, v. 11, n. 4, p. 974, 2021.

LI, Y. et al. Effects of bamboo leaf extract on production performance, rumen fermentation and bacterial community of dairy cows under heat stress. **Animal Bioscience**, v. 34, p. 1784–1793, 2021.

LIMA, KAO, MOURA, DJ, NÄÄS, IA, & PERISSINOTO, M. (2007). Influência Das Ondas De Calor Na Produção Leiteira No Estado De São Paulo. **Revista Brasileira De Engenharia De Biossistemas**, 1 (1), 70–81. doi:<https://doi.org/10.18011/bioeng2007v1n1p70-81>.

McMANUS, C. et al. Factors affecting heat tolerance in crossbred cattle in central Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, 2014.

NEGRI, R. et al. Genomic-enhanced breeding values for heat stress tolerance in Girolando cattle in Brazil. **Livestock Science**, v. 278, p. 105360, 2023.

NEGRI, R. L. et al. Limites de conforto térmico para diferentes graus de sangue do gado Girolando. Relatório Técnico, Associação Girolando, 2022.

NÓBREGA, G. H. et al. Avaliação do estresse térmico em vacas leiteiras por parâmetros fisiológicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, p. 101–109, 2011.

OMINSKI, K. H.; KENNEDY, A. D.; WITTENBERG, K. M. Physiological and production responses to short-term, moderate heat stress in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 730–737, 2002.

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 8645–8657, 2017.

RADOSTITS, O. M.; Gay, C. C.; Hinchcliff, K. W.; Constable, P. D. **Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats**. 10. ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007.

REIS, M. M. et al. Behavioral and physiological responses of Girolando cows to different shading systems in tropical conditions. **Journal of Thermal Biology**, v. 82, p. 74–83, 2019.

RHOADS, M. L. et al. Effects of heat stress on milk production, metabolism, and physiology. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 582–595, 2009.

SILVA, I. M. et al. Influência do sombreamento e da adaptação ao calor em vacas leiteiras mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 2075–2082, 2002.

SILVA, W. C.; BARBOSA, F. A.; MORAIS, D. A. E. F.; FERREIRA, F. C.; MONTANHOLI, Y. R. Behavior and thermal comfort of light and dark coat dairy Girolando cows under tree shade. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 1006093, 2022.

SOUZA, B. B. et al. Physiological and productive responses of Girolando cows under

shade and sunlight. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, 2019.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, p. 57–59, 1959.

TUCKER, C. B.; ROGERS, A. R.; SCHÜTZ, K. E. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and subsequent effects on welfare and production. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 109, p. 141–154, 2008.