



## **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O EFEITO DO ESTRESSE POR CALOR NA PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS NO TRIÂNGULO MINEIRO**

Larissa Rodrigues de Azevedo Câmara <sup>1</sup>

Daniela Fernanda da Silva Fuzzo <sup>2</sup>

João Alberto Fischer Filho <sup>3</sup>

Lorena Tiago Silva <sup>4</sup>

Mudanças Climáticas

### *Resumo*

As mudanças climáticas estão presentes em todo o mundo, gerando extremos climáticos que afetam a produção vegetal e animal. As temperaturas elevadas tendem a aumentar o estresse térmico, e conseqüentemente afetar o bem-estar, a produção e a qualidade do leite em rebanhos leiteiros, por afetar mecanismos fisiológicos e metabólicos. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito das mudanças climáticas e o efeito deletério do estresse por calor no bem-estar e conforto térmico e sua influência na produção de vacas leiteiras na região do Triângulo Mineiro. Para obtenção dos valores de conforto térmico mensal de vacas leiteiras foi utilizado o índice ITU (Índice de Temperatura e Umidade) calculado a partir de dados captados durante o ano de 2023 pela Estação Meteorológica Convencional de Frutal-MG, que constitui uma métrica eficaz e prática para verificar o estado de bem-estar de vacas em lactação, sendo este posteriormente correlacionado ao volume total de leite mensal recebido pela Cooperativa Mista dos Produtores Rurais de Frutal (Cofrul). O ITU nos revelou que os animais estiveram em diferentes níveis de estresse por calor em 9 dos 12 meses de 2023, podendo ocasionar mudanças fisiológicas e produtivas, porém essas alterações na classe de conforto térmico não alterou a produtividade de leite. Diante do exposto, concluiu-se que o efeito ambiental não foi capaz de causar alterações produtivas devido ao uso efetivo de estratégias nutricionais, instalações, genética animal e eficiência na capacitação e treinamento profissional que minimizaram os impactos na produção leiteira, que se manteve em níveis adequados.

**Palavras-chave:** Bovinocultura leiteira; Índice de temperatura e umidade; Estresse térmico; Produção animal.

---

<sup>1</sup> Prof. Dra. Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal, Departamento DCAB, [larissa.camara@uemg.br](mailto:larissa.camara@uemg.br).

<sup>2</sup> Prof. Dra. Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal, Departamento DCAB, [daniela.fuzzo@uemg.br](mailto:daniela.fuzzo@uemg.br).

<sup>3</sup> Prof. Dr. Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal, Departamento DCAB, [joao.fischer@uemg.br](mailto:joao.fischer@uemg.br).

<sup>4</sup> Aluna do Curso de graduação em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado de Minas Gerais-Unidade Frutal, Departamento DCAB, [lorena.1097126@discente.uemg.br](mailto:lorena.1097126@discente.uemg.br).



## INTRODUÇÃO

O fenômeno do aquecimento global tem sido um tema amplamente discutido recentemente, devido aos impactos ambientais tanto diretos quanto indiretos que tem afetado globalmente, causando diversas alterações ecológicas que afetam todas as formas de vida (BELLARD et al., 2012).

De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC,2022), as consequências diretas já podem ser contabilizadas: longos períodos de estiagem ou de chuva, aumento e diminuição bruscas de temperaturas que prejudicam a agricultura e pecuária e provocam grandes prejuízos aos produtores, às indústrias de alimentos e à toda população que sofre com a falta e os preços elevados dos produtos afetados pelo clima.

Os efeitos danosos já podem ser observados. O ano de 2023 foi considerado o mais quente da história do planeta, segundo dados da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2023). Ao longo de 2023, o Brasil enfrentou nove episódios de onda de calor, reflexo dos impactos do fenômeno El Niño (aquecimento acima da média das águas do Oceano Pacífico Equatorial), que tende a favorecer o aumento da temperatura em várias regiões do planeta (INMET,2024). Além disso, outros fatores têm contribuído para a ocorrência de eventos cada vez mais extremos, como o aumento da temperatura global da superfície terrestre e dos oceanos.

Assim como observado na produção vegetal, um dos principais fatores que afetam a produção animal é o clima, sendo importante o seu conhecimento para analisar como pode ser adotado o manejo mais adequado dos animais. Para que os animais possam exprimir todo o seu potencial produtivo, torna-se necessário considerar a relação existente entre genética, nutrição, sanidade e ambiente térmico. Este último, geralmente, engloba os efeitos da radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, sendo as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar, os principais condicionantes para conforto térmico e o funcionamento geral dos processos fisiológicos (SILVA FILHO, 2013).



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

O rendimento produtivo dos ruminantes domésticos é afetado pela sua capacidade de se adaptarem ao ambiente para o qual são exportados. Dentre os fatores ambientais, a temperatura e a umidade relativa do ar desempenham um papel significativo na reprodução, especialmente para animais que são introduzidos em regiões com condições edafoclimáticas distintas daquelas de sua origem (SANTOS et al., 2002).

As ondas de calor, especialmente aquelas que ocorrem no início da estação quente, tem o potencial de causar danos significativos a bovinocultura de leite. Embora as perdas por morte possam ser severas, o impacto a longo prazo nas finanças é mais notável devido à diminuição do desempenho, incluindo redução no consumo de alimento, produção de leite e taxa de concepção, além dos efeitos adversos na saúde dos animais, durante o período quente (EMBRAPA,2024). No caso dos bovinos, aspectos como crescimento, produção, conversão alimentar e mortalidade tem sido historicamente utilizados como indicadores das respostas funcionais dos animais aos fatores ambientais.

À medida que as temperaturas aumentam e a diferença entre a temperatura corporal e ambiental diminuem (SANTOS et al., 2021), as vias não evaporativas tornam-se inadequadas, dando início à perda de calor por evaporação, categorizada como cutânea e respiratória.

Quando os mecanismos fisiológicos de dissipação de calor (não evaporativos e evaporativos) não são suficientes para diminuir a temperatura corporal, a vaca entra em estresse térmico. Nesse período, ocorrem alterações metabólicas e comportamentais que resultam na redução da produção de leite, fertilidade e bem-estar geral, comprometendo, assim, o seu potencial produtivo (BECKER et al., 2020).

Diversos índices podem ser empregados para avaliar o impacto do estresse por calor em animais de produção (DIKMEN e HANSEN, 2009). O índice mais prevalente, conhecido como Índice de Temperatura e Umidade (ITU), combina a temperatura do bulbo seco ( $T_{db}$ ) e a temperatura do bulbo úmido ( $T_{wb}$ ). O ITU leva em consideração tanto a temperatura ambiente quanto a umidade do ar, sendo utilizado como indicador tanto para vacas em pastagens quanto para aquelas em ambientes confinados (HERBUT et al., 2018). O limiar parâmetro no qual considera-se o estresse por calor em vacas leiteiras vem sendo revisado ao longo dos últimos anos. Estudos anteriores apontam ITU (índice de temperatura e umidade) de 72 como o limite a partir do qual o leite sofreria redução (SILVA et al., 2002). Contudo, estudos mais recentes mostram que o limiar inferior de estresse por calor em vacas holandesas seria de



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

68 (DE RENSIS et al., 2015). Sinais medianos de estresse por calor ocorrem em ITU entre 68 e 74 e acima de 75, há grave comprometimento da performance produtiva da vaca (DE RENSIS et al., 2015). Essas variações estão associadas ao grupamento genético dos animais, sendo animais Taurinos (origem europeia) mais sensíveis que os animais Zebuínos.

A diminuição na produção de leite também pode ser atribuída ao calor devido a influência do mesmo no aumento da taxa de morte programada de células epiteliais mamárias primárias, como evidenciado por Tao et al. (2018).

Diante do exposto, é notória a importância de abordar a temática e o intuito do presente trabalho é avaliar o efeito das mudanças climáticas e o efeito deletério do estresse por calor no bem-estar e conforto térmico e sua influência na produção de vacas leiteiras na região do Triângulo Mineiro.

## METODOLOGIA

A área selecionada para este estudo trata-se do município de Frutal-MG, localizado no Triângulo Mineiro. Este possui uma população estimada de 60.508 mil habitantes, ocupando uma área de 2.426,965 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022).

O clima da região é classificado como do tipo Aw, tropical com estação seca de inverno (Köppen, 1936), sendo a média de temperatura de 24,4 °C. Porém foi uma região que também sofreu com as ondas de calor e altas temperaturas registradas no ano de 2023.

Foram utilizados dados climáticos diários de temperatura e umidade relativa do ar obtidos através da Estação Meteorológica Convencional de Frutal, localizada nas coordenadas geográficas 20° 01' 48" Sul e 48° 55' 48" Oeste e altitude de 563,67 metros em relação ao nível do mar (dentro das dependências da Universidade do Estado de Minas Gerais), entre os meses de janeiro a dezembro de 2023 para cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU). O ITU foi calculado através da equação proposta por Buffington, utilizando a temperatura ambiente ( $T_{med}$ ) e a umidade relativa do ar (UR) como elementos climáticos condicionantes para o conforto térmico de vacas leiteiras (BUFFINGTON et al., 1982).

$$ITU = 0,8 \times T_{med} + [UR \times ((T_{med} - 14,3))/100] + 46,3$$



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Para obtenção dos valores de conforto térmico de vacas leiteiras foi utilizado o índice ITU (Índice de Temperatura e Umidade), que constitui uma métrica eficaz e prática para verificar o estado de bem-estar de vacas em lactação, sendo globalmente utilizado em análises de bioclimatologia (LIMA et al., 2018). O índice foi utilizado seguindo a classificação elaborada por Pires e Campos (2004), levando em consideração os efeitos ambientais de temperatura e umidade relativa do ar sobre a termoneutralidade para vacas leiteiras em produção (Tabela 01).

Tabela 01- Classes de conforto térmico para o Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

<b>ITU</b>	<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>
< 70	Normal	Condições ideais para o desempenho produtivo
70-72	Alerta	Condições limitantes para o bom desempenho produtivo
72-78	Crítico	Desempenho produtivo está comprometido
78-82	Perigoso	Comprometimento de todas as funções orgânicas dos animais
> 82	Emergência	Providências urgentes devem ser tomadas

Fonte: Pires e Campos (2004)

Considerando a influência dos elementos climáticos sobre o conforto térmico e a produção de vacas leiteiras, foram também avaliadas a produção leiteira (volume de leite), nos meses de janeiro a dezembro de 2023, correlacionando ITU diário com volume total de leite diário recebido pela Cooperativa Mista dos Produtores Rurais de Frutal (Cofrul). Os dados foram submetidos a análise de variância (PROC MIXED) para avaliar o efeito do mês sobre o índice de temperatura e umidade e a produção média de leite, e avaliar o efeito do ITU abaixo ou acima de 72 sobre a produção média de leite. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Análises de correlação de Pearson e regressão foram realizadas para avaliar a relação entre o ITU e a produção média de leite/mês de avaliação.

Os dados foram apresentados em diagramas Boxplot elaborados por meio do Microsoft Excel.



O boxplot permite uma análise exploratória da posição, dispersão, simetria, e valores discrepantes (outliers) da distribuição dos ITUs e, portanto, fornece um meio complementar para descrever a dinâmica dos dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 01 podemos observar a variação de temperatura (máxima e mínima) e da umidade relativa do ar registradas ao longo dos 365 dias de 2023 pela Estação Meteorológica Convencional de Frutal.

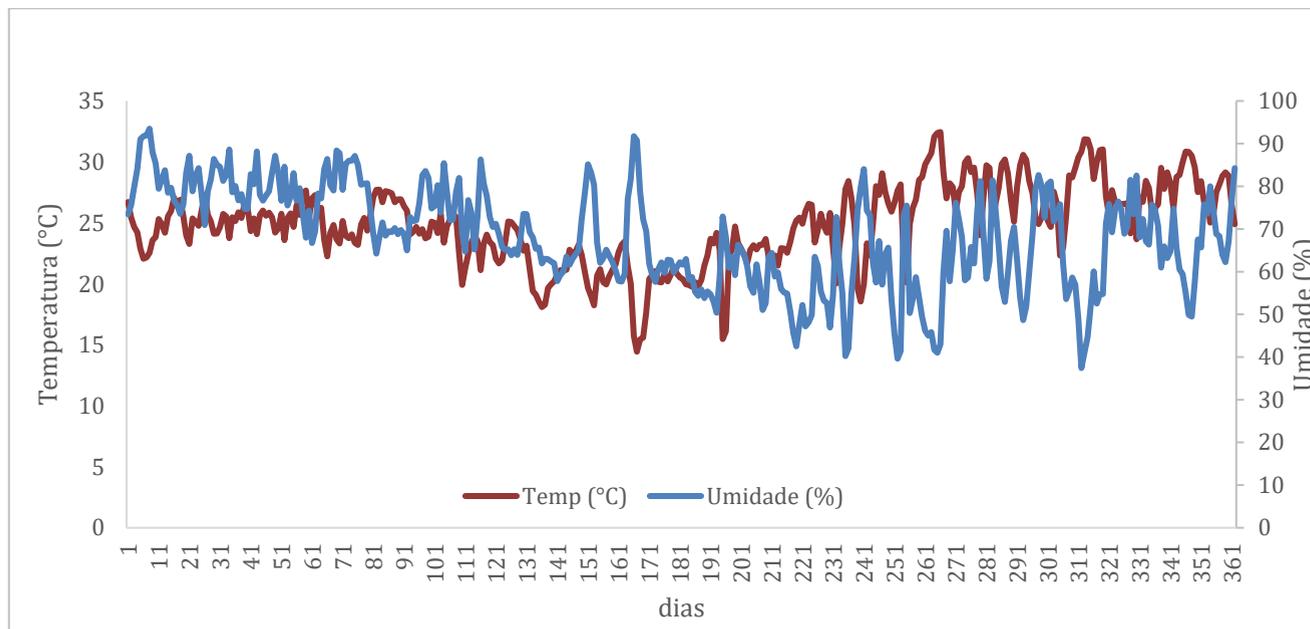


Figura 01: Variação de temperatura e umidade na região de Frutal-MG nos 365 dias do ano de 2023.

Os dados apresentados na Figura 01 foram utilizados para cálculo de ITU diário e média mensal, com a finalidade de verificar a classe de conforto térmico ao qual os bovinos leiteiros foram submetidos.

Ao analisarmos de forma descritiva os dados de ITU obtidos para o período de janeiro a dezembro de 2023 e a classe de conforto térmico definidos por Pires e Campos (2004), podemos observar que em apenas 3 meses do ano (maio, junho e julho) a classe de conforto térmico para vacas



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

em lactação se manteve na faixa da normalidade. Esses meses correspondem ao final do outono e início do inverno, onde as temperaturas na região sudeste sofrem queda, contribuindo para o conforto térmico animal (Tabela 02). Adicionalmente, observamos 1 mês em classe de alerta, correspondendo ao final do inverno/início da primavera, 7 meses em classe crítica e 1 mês na classe perigosa de conforto térmico para vacas leiteiras (dezembro, início do verão).

Tabela 02- Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e classes de conforto térmico mensal na região de Frutal-MG em 2023

<b>Mês</b>	<b>ITU médio</b>	<b>Classe de conforto térmico</b>
Janeiro	74,92	crítico
Fevereiro	75,68	crítico
Março	75,19	crítico
Abril	73,07	crítico
Maiο	68,72	Normal
Junho	66,74	Normal
Julho	69,03	Normal
Agosto	71,09	Alerta
Setembro	76,75	Crítico
Outubro	77,55	Crítico
Novembro	77,12	Crítico
Dezembro	78,02	Perigoso

Fonte: autores, 2024

Em 9 dos 12 meses do ano há preocupações em relação ao conforto térmico animal, evidenciando que os produtores devem utilizar medidas preventivas, tais como sombreamento e ventilação artificial para evitar possíveis perdas na produção leiteira em decorrência desse desconforto.



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Conforme Miranda (2009) o conforto térmico dos zebuínos varia entre 10°C e 32°C, com temperatura crítica máxima de 35°C e crítica mínima de 0°C. Contudo de acordo com o mesmo autor, ressalta-se que os animais mestiços têm tolerância ao calor intermediário entre as raças parentais, por exemplo os europeus e os indianos. Alguns autores indicam que a zona de conforto térmico está limitada pela temperatura ambiente mínima de 5°C e máxima de 31°C.

De acordo com Roth (2017), quando um animal se encontra em estresse por calor, são necessários ajustes extremos em sua fisiologia e comportamento para adaptação às adversidades ambientais e de manejo. A adaptação envolve uma série de respostas neuroendócrinas, fisiológicas e comportamentais para a garantia do equilíbrio de suas funções e interação desses três sistemas.

No estresse por calor, os mecanismos comportamentais e fisiológicos apresentados pelos animais são: prostração, busca incessante por sombra, redução da ingestão de alimentos, aumento da ingestão de água, aumento da frequência cardíaca e respiratória, sudorese, vasodilatação periférica e aumento da produção de saliva (COLLIER et al., 2019), que influencia diretamente a produção de leite, sendo um dos problemas mais graves nos rebanhos leiteiros nas regiões tropicais (JIMENEZ FILHO, 2013).

Como o estresse por calor afeta significativamente o metabolismo e a fisiologia de vacas leiteiras, relacionamos o volume de captação de leite da cooperativa Cofrul nos respectivos meses de 2023 com os índices de ITU.

Os meses classificados como crítico na classe de conforto térmico (janeiro, fevereiro, março, abril, setembro, outubro e novembro) apesar de apresentarem ITU entre 72 a 78 obtiveram produção leiteira média igual ou superior aos meses com classificação normal (maio, junho e julho) de nível de estresse (Tabela 03). Além disso o mês de dezembro, classificado como perigoso (ITU entre 78-82) possuiu a maior captação leiteira anual.

Fatores como disponibilidade de pastagens naturais e suplementação, acionamento de recursos para minimização do estresse por calor nos animais, tais como sombreamento, sistemas artificiais de ventilação e aspersão, instalações preparadas para contornar altas temperaturas podem ter contribuído para a manutenção da produção leiteira e contornado estresse por calor e ativação de mecanismos fisiológicos do animal.



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Tabela 03- Produção leiteira total e média mensal de leite (em mil litros) captados pela Cooperativa Cofrul em 2023

<b>Mês</b>	<b>Produção de leite Total (em mil litros)</b>	<b>Média diária mensal (em mil litros)</b>
Janeiro	2.844.348	91.753
Fevereiro	2.385.099	85.182
Março	2.538.160	81.876
Abril	2.435.144	81.171
Maio	2.422.983	78.161
Junho	2.352.470	78.416
Julho	2.517.600	81.213
Agosto	2.639.100	85.132
Setembro	2.657.489	88.583
Outubro	3.011.195	97.135
Novembro	3.114.545	103.818
Dezembro	3.300.189	106.458

Fonte: Cofrul, 2024

Outro fator de extrema importância que pode ter contribuído para a manutenção da produção leiteira é a genética dos animais, onde existem diferenças adaptativas entre animais de origem europeia (*Bos taurus taurus*) e indiana (*Bos taurus indicus*), de modo que as raças europeias foram selecionadas ao longo de centenas de anos, para produzirem e reproduzirem em condições de clima temperado e, em razão disto, estão adaptadas fisiológica e geneticamente àquele ambiente climático. Por isso, temperaturas inferiores a 20°C e umidade relativa do ar entre 50% e 80% são mais adequadas para estas raças (McMANUS et al., 2009). Todavia, existem diferenças entre raças taurinas adaptadas às condições tropicais, como é o caso de diversas raças naturalizadas brasileiras, introduzidas no país por colonizadores ibéricos, e que se adaptaram ao ambiente por meio de seleção natural.



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Para a raça Holandesa (origem europeia), o consumo de alimento e a produção de leite são afetados quando a temperatura ambiente é de 24°C a 26°C, de 27°C a 29°C para a raça Jersey e 29,5°C para a Pardo-Suíça. Por outro lado, as raças indianas ou zebuínas são mais tolerantes ao calor por serem originárias de zonas tropicais. Nesse caso, a zona de conforto térmico destes animais é de 10°C a 27°C, com temperatura crítica máxima de 35°C e mínima de 0°C (PEREIRA, 2005). A adaptabilidade dos animais de origem zebuína ao clima tropical está relacionada à menor produção de calor metabólico, associada a melhor capacidade de termólise uma vez que, as raças zebuínas apresentam um grande número de glândulas sudoríparas, o que aumenta a facilidade de perder calor e por isso, são mais tolerantes a elevadas temperaturas do que as raças taurinas (DE SOUZA et al., 2015).

Nesse sentido, os animais leiteiros da região de Frutal-MG são, em sua grande maioria, de origem zebuína ou cruzamentos entre taurinos e zebuínos, como o Girolando, em diversos graus de sangue, variando de ½ holandês / Gir até 7/8 holandês/ Gir, o que confere maior adaptabilidade ao estresse por calor observados pelos dados de ITU em comparação aos animais puros taurinos.

Adicionalmente aos fatores já mencionados, a cooperativa Cofrul investe em treinamentos e capacitação de seus associados e acompanhamento técnico profissional (médico veterinário/zootecnista) conferindo conhecimento em diversas áreas, principalmente em nutrição, sanidade, reprodução, instalações e bem-estar, garantindo assim a produtividade animal e a redução dos efeitos do estresse por calor no efetivo leiteiro.

## CONCLUSÕES

No cenário mundial atual, as mudanças climáticas são notórias e marcantes tanto na produção vegetal e animal. O estresse por calor interfere diretamente no bem-estar dos rebanhos leiteiros, gerando alterações comportamentais, fisiológicas e produtivas. A cidade de Frutal-MG, localizada no Triângulo Mineiro, apresenta em 2023 variações de ITU entre a normalidade até a perigosa, o que afeta economicamente o bem-estar dos animais no sistema produtivo.

Porém, com estratégias de manejo, genética, instalações e investimento em capacitação dos produtores da cooperativa Cofrul, a produtividade leiteira não foi afetada, minimizando assim os efeitos



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

do estresse por calor no rebanho dos associados e demonstrando que o emprego de estratégias direcionadas podem contribuir positivamente para a atenuação de fatores ambientais.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade do Estado de Minas Gerais pelo incentivo, a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG) e Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) pelas bolsas de PAPq (Edital 16/2023) e PAEX (Edital 1/2024) disponibilizadas e a Cooperativa Cofrul de Frutal-MG e a FAPEMIG (Projeto Universal) pelo apoio financeiro aos autores 2 e 3.

### REFERÊNCIAS

- BECKER, C. A.; COLLIER, R. J.; STONE, A. E. 2020. Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.103, n.8
- BELLARD, C.; et al. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, v.15, n. 4, p. 365-377, 2012. Disponível em: Impactos das mudanças climáticas no futuro da biodiversidade (wiley.com). Acessado em: 10 de janeiro de 2024.
- BUFFINGTON, D.E; COLLIER, R.J; CANTON, G.H. Shede management systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers. 1982;82.
- COLLIER, R. J. et al. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. *Animal Frontiers*, v. 9, n. 1, p. 12-19, 2019.
- DE RENSIS, F.; GARCIA-ISPIERTO, I.; LOPEZ-GATIUS, F. Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology*, v. 84, p. 659–666. 2015.
- DE SOUZA, B. B., BATISTA, J. N., BORGES, L. D., LIMA, L. A., DA SILVA, E. M. N. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 11, n. 2, p. 39-46, 2015.
- DIKMEN, S. E. R. D. A. L., HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environmental. *Journal of dairy science*, v. 92, n. 1, p. 109-116, 2009
- HERBUT, P., ANGRECKA, S., & WALCZAK, J. Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle—a review. *International journal of biometeorology*, v. 62, p. 2089-2097, 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Frutal: município de Minas Gerais. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/frutal/panorama>. Acesso em: 23 de janeiro de 2024.
- Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do>



brasil>.

IPCC – Painel Intragovernamental sobre Mudanças Climáticas. Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC, 2022. 3 p.

JIMENEZ FILHO, D. L. Estresse calórico em vacas leiteiras: implicações e manejo nutricional. *Pubvet*, v. 7, n. 25, ed. 248, Art.1640, Suplemento 1, 2013.

KOPPEN W. Das geographische System der Klimate. In: Koppen, W.; Geiger, R. (Eds): *Handbuch der Klimatologie*. Berlin: Gebrüder Bornträger, 1936. p. 1-44.

LIMA, M.T.V; FEITOSA J.V; OLIVEIRA, C.W; DA COSTA, A.N.L. Influência da temperatura e umidade sobre o conforto térmico bovino em Barbalha, Ceará. *PUBVET*. 2018;13:162.

MIRANDA, J.E.C, Freitas, A.F. Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite. *Embrapa Gado de Leite-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 2009.

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

OMM - Organização Meteorológica Mundial. Disponível em:

<https://news.un.org/pt/tags/organizacao-meteorologica-mundial> Acesso em: 16/01/2024.

PIRES, M.D.F.A; DE CAMPOS, A.T. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. *Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*. 2004.

PEREIRA, J. C. C. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

ROTH, Z. Effect of heat stress on reproduction in dairy cows: insights into the cellular and molecular responses of the oocyte. *Annual Review of Animal Biosciences*, v. 5, p. 151-170, 2017.

SANTOS, M.M.; SOUZA-JUNIOR, J.B.F.; DANTAS, M.K.T.; COSTA, L.L.M. An updated review on cattle thermoregulation: physiological responses, biophysical mechanisms, and heat stress alleviation pathways. *Environmental Science and Pollution Research*, v.28, p.30471–30485. 2021.

SANTOS, G. T.; CAVALIERI, F. L. B. ; DAMASCENO, J. C. Manejo da vaca leiteira no período transitório e início de lactação. In: SANTOS, G. T.; BRANCO, A. F.; CECATO, U. (Ed.).

*Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil*. Maringá: Gráfica Editora Sthampa, 2002. p.143- 165.

SILVA FILHO, FLORISVAL PROTÁSIO DA. Adaptabilidade ao calor e índices ambientais para vacas da raça Holandesa no semiárido. 2013. 87 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

TAO, S.; ORELLANA, R. M.; WENG, X.; MARINS, T. N.; DAHL, G. E.; BERNARD, J. K.

Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function. *Journal of Dairy Science*, p. 5642–5654. 2018.