

DESAFIOS DO ESTRESSE TÉRMICO NA REPRODUÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS NO CONTEXTO CLIMÁTICO BRASILEIRO

Heitor Bastos Bueno Oliveira¹
Ana Luiza Machado Xavier¹
Aline Firmino Ferreira¹
Hortência Carolina Matos Gonzaga¹
Maria Eduarda Gomes Souza¹
Mariana Guimarães Bueno¹
Vanessa Lopes Dias Queiroz²

vanessalopq@gmail.com

ÁREA DO CONHECIMENTO: Ciências Agrárias.

PALAVRAS-CHAVE: clima tropical; fertilidade; temperatura; verão; vacas leiteiras.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a bovinocultura leiteira é um dos principais seguimentos agropecuários, com cerca de 34 bilhões de litros de leite por ano, o que posiciona o país entre os maiores produtores mundiais. Por ser um país majoritariamente tropical, com quatro estações climáticas bem definidas (primavera, verão, outono e inverno), o estresse térmico é uma condição comum e frequente, especialmente no verão, quando as temperaturas são mais elevadas em relação às outras estações (Brasil, 2025).

Os bovinos são considerados homeotérmicos, ou seja, a sua temperatura corporal é controlada através do equilíbrio entre o calor produzido pelo próprio corpo e a dissipação de calor para o ambiente (Latorroca, 2019). Vacas leiteiras são mais sensíveis ao estresse térmico devido à sua alta demanda metabólica (Cartwright, 2023).

O estresse térmico influencia diretamente na fisiologia reprodutiva dos bovinos, causando, principalmente, alterações hormonais, diminuição na ingestão de matéria seca e desequilíbrios no eixo hipotálamo hipofisário gonadal. Essas alterações comprometem a ovulação, a qualidade ovocitária, o desenvolvimento embrionário e reduzem, significativamente, as taxas de concepção e prenhez (Manenti, 2023; Togoe, 2024). Pesquisas evidenciaram que vacas leiteiras submetidas ao sistema de produção *Free Stall* no Brasil apresentaram queda na taxa de prenhez de 71,2% no inverno para 45,7% no verão devido ao estresse térmico (Manenti, 2023).

Diante desse cenário, compreender os efeitos do estresse térmico sobre a reprodução bovina é fundamental para desenvolver estratégias de mitigação que assegurem a produtividade e a sustentabilidade da atividade leiteira no país.

¹ Acadêmico do curso de Medicina veterinária – Centro Universitário – UNIVÉRTIX - Matipó

² Professora do curso de Medicina veterinária – Centro Universitário – UNIVÉRTIX - Matipó

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, segundo Gil (2017), esse tipo de pesquisa se fundamenta na análise de materiais previamente publicados, permitindo a construção de uma base teórica consolidada e atualizada sobre determinado tema.

Foram utilizados como principais bancos de dados, os portais *Google Scholar (Google Acadêmico)* e *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, além de documentos institucionais disponibilizados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Os descritores utilizados para a busca incluíram: "estresse térmico em bovinos", "reprodução animal", "fertilidade bovina e temperatura" e "resposta celular do ovócito ao calor".

Os critérios de inclusão abrangeram artigos completos, de acesso livre, com metodologia clara e relevância direta para os objetivos da pesquisa. Foram excluídos estudos repetidos, com foco em outras espécies ou que não abordassem especificamente os mecanismos fisiológicos, celulares ou endócrinos relacionados ao estresse térmico reprodutivo em bovinos. Após a triagem inicial, foram identificados aproximadamente 55 trabalhos científicos relevantes, dos quais 25 artigos foram selecionados para leitura integral. Os dados extraídos foram analisados de forma qualitativa e organizados em categorias temáticas, permitindo a identificação de pontos de convergência, lacunas no conhecimento e estratégias de mitigação discutidas pela literatura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As altas temperaturas provocam distúrbios funcionais e estruturais em ovócitos em maturação, resultando na elevação da oxidação (Roth e Hansen, 2005; Payton *et al.*, 2004). Desta forma, desencadeia condições que levam a apoptose, desintegração do DNA, comprometimento na organização e no funcionamento dos grânulos mitocondriais e corticais, além da interrupção no reordenamento dos microfilamentos e microtúbulos (Soto e Smith, 2009; Sun e Schatten, 2006), ocasionando na diminuição do tamanho do fuso meiótico e na menor taxa de maturação do ovócito, levando a diversas alterações no processo de fertilização (Ju *et al.*, 2005).

Os ovócitos bovinos ao passarem pelo processo de estresse térmico, apresentam redução na síntese proteica, na taxa de fertilidade e no desenvolvimento embrionário (Nabenishi *et al.*, 2012; Ju *et al.*, 2005). Por conseguinte, as taxas de concepção são impactadas ao longo de estações com temperaturas elevadas, configurando-se como um dos principais gargalos reprodutivos (Schüller *et al.*, 2014).

No período final da gestação, o estresse térmico provoca alterações fisiológicas na vaca, culminando em impactos adversos no desenvolvimento fetal. Os efeitos negativos evidenciados são, principalmente, o menor peso ao nascimento em fêmeas, associado à redução da ingestão de alimentos em razão da tentativa de compensação metabólica diante do estresse térmico (Monteiro *et al.*, 2014; 2016; Dahl *et al.*, 2016). Essa redução compromete o fornecimento de nutrientes essenciais ao desenvolvimento fetal, especialmente, em um período gestacional caracterizado por uma elevada taxa de crescimento (Brown *et al.*, 1977). Também foi observada uma diminuição no período de gestação em até quatro dias, devido ao estresse térmico durante a gestação, o que reduz o crescimento fetal em função do encurtamento do tempo gestacional (Tao e Dahl, 2013; Brown *et al.*, 1977).

Em vacas leiteiras, o estresse térmico durante o período final da gestação provoca alterações no sistema imunológico pós-natal e no desempenho dos bezerros, resultando no aumento de apoptose de células intestinais e comprometendo a

absorção de imunidade passiva (Monteiro *et al.*, 2016). Esses animais apresentam menor consumo de matéria seca até o desmame, crescimento reduzido até os 12 meses de idade e desempenho reprodutivo prejudicado, o que demanda um período de serviço mais prolongado (Monteiro *et al.*, 2014; 2016; Dahl *et al.*, 2016).

Segundo estudos, durante períodos de altas temperaturas, as vacas apresentam redução no comportamento estral, mesmo com a ocorrência de ovulação, com relatos de até 80% de falhas na detecção do cio (Sakatani *et al.*, 2011). Isso é evidenciado pela diminuição na síntese de muco claro e fibrinoso e pela defasagem no comportamento de monta, ambos considerados indicativos importantes do estro (Schüller *et al.*, 2017). Essa alteração está relacionada à queda nos níveis de hormônio folículo estimulante e luteinizante e, por consequência, menor produção de estrógeno pelo folículo dominante, o que impacta negativamente na fertilidade (Cartwright, 2023; De Rensis e Scaramuzzi, 2003).

A menor concentração plasmática de estradiol observada em animais submetidos ao estresse calórico crônico, reforça essa relação hormonal desfavorável (De Rensis e Scaramuzzi, 2003; Macedo *et al.*, 2013).

A redução no consumo de matéria seca diminui a disponibilidade de colesterol, essencial para a síntese de hormônios esteroides, resultando em menores concentrações hormonais circulantes e, conseqüentemente, em disfunções reprodutivas (Macedo *et al.*, 2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estresse térmico é um dos principais fatores ambientais responsáveis pela redução da eficiência reprodutiva em bovinos, com repercussões fisiológicas, celulares e endócrinas amplamente documentadas.

REFERÊNCIAS

BROWN, D. E.; HARRISON, P. C.; HINDS, F. C.; LEWIS, J. A.; WALLACE, M. H. Heat stress effects on fetal development during late gestation in the ewe. **Journal of Animal Science**, [s.l.], v.44, n.3, p.442–446, mar. 1977. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1977.443442x>. Acesso em: 5 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Mapa do Leite: panorama da produção leiteira brasileira**. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 5 jul. 2025.

CARTWRIGHT, A. N.; JONES, B. E.; SMITH, L. M. Heat stress and dairy cow fertility: current knowledge and future directions. **Annual Review of Animal Biosciences**, Palo Alto, v.11, p.295–317, fev. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2201.02675>. Acesso em: 5 jul. 2025.

DAHL, G. E.; TAO, S.; MONTEIRO, A. P. A. Effects of late-gestation heat stress on immunity and performance of calves. **Journal of Dairy Science**, [s.l.], v.99, n.4, p.3193–3198, abr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9990>. Acesso em: 18 jul. 2025.

DE RENSIS, F.; SCARAMUZZI, R. J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: a review. **Theriogenology**, Nova York, v.60, n.6, p.1139–1151, set. 2003. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X03001262>. Acesso em: 5 jul. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa. 7. ed.** São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/627405620/Metodos-e-Tecnicas-de-Pesquisa-Social-7%C2%AA-edicao>. Acesso em: 5 jul. 2025.

JU, J. C. et al. Heat shock reduces developmental competence and alters spindle configuration of bovine oocytes. **Theriogenology**, Nova York, v.64, n.9, p.1869–1880, dez. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.03.025>. Acesso em: 5 jul. 2025.

LATORROCA, D. Nutrição e fisiologia de ruminantes sob estresse térmico. In: FERNANDES, S.; OLIVEIRA, R. C. de; GUIMARÃES, A. M. (orgs.). Estresse térmico em ruminantes. Viçosa: **Editora UFV**, 2019. cap. 2, p. 27–44. Disponível em: <https://www.editoraufv.com.br/produto/estresse-termico-em-ruminantes-2296>. Acesso em: 5 jul. 2025.

MACEDO, G. G.; COSTA e SILVA, E. V. da; MARTINS, L. F.; PINHO, R. O.; MONTEIRO, B. M. Estresse por calor: alterações na fisiologia reprodutiva e estratégias para amenizar seus efeitos negativos na fertilidade de fêmeas bovinas. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v.16, n.1, p.79–85, jan./jun. 2013.

MANENTI, N. P. **O impacto do estresse térmico sobre a reprodução dos bovinos: revisão de literatura.** 2023. Monografia (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos. Curitibanos, 2023. Acesso em: 5 jul. 2025.

MONTEIRO, A. P. A. *et al.* Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: isolation of altered colostral and calf factors. **Journal of Dairy Science**, [s.l.], v.97, p.6426–6439, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7891>. Acesso em: 5 jul. 2025.

MONTEIRO, A. P. A. et al. In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. **Journal of Dairy Science**, [s.l.], v.99, p.8443–8450, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11072>. Acesso em: 5 jul. 2025.

NABENISHI, H. *et al.* The role of mitochondrial transition pores on bovine oocyte competence after heat stress, as determined by effects of cyclosporin A. **Molecular Reproduction and Development**, [s.l.], v.79, n.1, p.31–40, jan. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1002/mrd.21401>. Acesso em: 5 jul. 2025.

PAYTON, R. R. *et al.* Susceptibility of bovine germinal vesicle-stage oocytes from antral follicles to direct effects of heat stress in vitro. **Biology of Reproduction**, [s.l.], v.71, n.4, p.1303–1308, out. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod.104.029892>. Acesso em: 5 jul. 2025.

ROTH, Z.; HANSEN, P. J. Disruption of nuclear maturation and rearrangement of cytoskeletal elements in bovine oocytes exposed to heat shock during maturation. **Reproduction**, [s.l.], v.129, n.2, p.235–244, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1530/rep.1.00394>. Acesso em: 18 jul. 2025.

SAKATANI, M. et al. Heat stress during in vitro fertilization decreases fertilization success by disrupting anti-polyspermy systems of the oocytes. **Molecular Reproduction and Development**, [s.l.], v.82, p.36–47, 2015.

SCHÜLLER, L. K.; BURFEIND, O.; HEUWIESER, W. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. **Theriogenology**, [s.l.], v.81, n.8, p.1050–1057, maio 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.01.029>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SCHÜLLER, L. K.; MICHAELIS, I.; HEUWIESER, W. Impact of heat stress on estrus expression and follicle size in estrus under field conditions in dairy cows. **Theriogenology**, [s.l.], v.102, p.48–53, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.004>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SOTO, P.; SMITH, L. C. BH4 peptide derived from Bcl-xL and Bax-inhibitor peptide suppresses apoptotic mitochondrial changes in heat stressed bovine oocytes. **Molecular Reproduction and Development**, [s.l.], 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/mrd.20986>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SUN, Q.; SCHATTEN, H. Regulation of dynamic events by microfilaments during oocyte maturation and fertilization. **Reproduction**, [s.l.], v.131, n.2, p.193–205, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1530/rep.1.00847>. Acesso em: 18 jul. 2025.

TAO, S.; DAHL, G. E. Invited review: heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. **Journal of Dairy Science**, [s.l.], v.96, n.7, p.4079–4093, jul. 2013. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278>. Acesso em: 18 jul. 2025.

TOGOE, D.; MINCĂ, N. A. The impact of heat stress on the physiological, productive, and reproductive status of dairy cows. **Agriculture**, [s.l.], v.14, n.8, p.1241, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14081241>. Acesso em: 5 jul. 2025.