# TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO INDICADOR DA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE VACAS LEITEIRAS.

Tamires Vitória Salles Morais (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Sheila Tavares Nascimento (Orientadora). Elizângela Mírian Moreira (Coorientadora). E-mail: stnascimento@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

**Zootecnia, Ecologia dos animais domésticos e etologia.**

**Palavras-chave:** Imagem termográfica; Bem-estar animal; Estresse térmico.

## RESUMO

O projeto teve como objetivo estudar o uso de imagens termográficas como uma alternativa não invasiva de monitoramento da eficiência reprodutiva de vacas leiteiras. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, durante dezembro 2025 a julho de 2026, utilizando 12 vacas da raça Holandesa, submetidas a um Programa de IATF, onde nos dias 0 e 13 do protocolo, coletou-se dados de frequência respiratória, temperatura vaginal, imagens termográficas da vulva, vagina, úbere através da câmera termográfica (Fluke Ti400®), além de variáveis meteorológicas e avaliação de prenhez. Os resultados mostraram carga térmica elevada nos dias da inseminação, levando a uma diminuição da taxa de prenhez em 16,72%. Em relação a acurácia da câmera termográfica, em média a termografia subestimou a temperatura vaginal em 0,51ºC, o teste de T pareado mostrou diferença estatística de aferição pelos métodos (t=-3,56) (P=0,0017), enquanto pela análise de Bland-Altman observou-se um viés médio de -0,51ºC, com limites de concordância de aproximadamente -1,88ºC a + 0,86ºC, indicando que, há situações em que a mensuração da termografia está muito próxima da mensurada pelo termômetro, mas também situações que diferença chega perto de 2°C. Indicando baixa concordância para utilizar a temperatura superficial vaginal captada pela câmera como substituta direta da temperatura vaginal interna, na avaliação da eficiência reprodutiva. A termografia pode ainda ser útil como indicador indireto de alterações térmicas não invasivo, mas precisa ser interpretada conjuntamente com outras variáveis.

## INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite e derivados é um setor de grande importância econômica e social para o Brasil, sendo ele o terceiro maior produtor mundial de leite. Em 2024 o Brasil produziu 35.743.862 milhões de litros de leite (IBGE, 2025). No entanto os animais em sua maioria são manejados em pastejo contínuo, e expostos às variações climáticas, e seus elementos, sendo eles a temperatura do ar, a radiação solar direta e a umidade relativa, cuja combinação atua como os principais

causadores de estresse térmico na bovinocultura leiteira, desencadeando falhas produtivas e reprodutivas (Carvalho et al., 2015).
Com isso as tecnologias digitais têm contribuído expressivamente para o avanço da ciência animal, em virtude da necessidade crescente de acompanhamento do estado fisiológico, de saúde e de ambiência. Métodos não invasivos como o uso da termografia infravermelha podem ser úteis para obtenção de dados confiáveis sem interferir diretamente sobre o comportamento dos animais, evitando reações de estresse (Leão et al., 2015).
Em fêmeas bovinas a utilização da termografia infravermelha foi dita como promissora como técnica de previsão da ovulação em um estudo que correlacionava a mudança de temperatura do corpo e vagina com o momento da ovulação (Talukder et al., 2014).
Diante desse cenário, este projeto tem como objetivo estudar o uso de imagens termográficas como uma alternativa não invasiva de monitoramento da eficiência reprodutiva de vacas leiteiras.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais realizados foram aprovados pelo Comitê de Ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Estadual de Maringá. O estudo foi realizado no Setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI/UEM) situado nas coordenadas geográficas aproximadas de (23.35ºS, 52.07ºO e 550 metros de altitude), no período entre os meses de dezembro de 2025 e julho de 2026, sendo utilizadas 12 vacas da raça Holandesa não gestantes, com média de peso corporal de 538 quilos e mantidas sob sistema de semiconfinamento, as coletas foram realizadas em dias não consecutivos no período entre 08:00 e 11:20 da manhã.
Os animais foram submetidos a um Programa de Inseminação Artificial a Tempo Fixo (IATF) de 13 dias, com início no D0 e término com a Inseminação Artificial (IA) no D13. Nos dias 0 e 13 do protocolo, coletou-se dados de FR (frequência respiratória) avaliada visualmente, TV (temperatura vaginal) aferida pelo termômetro veterinário, imagens termográficas da vulva, vagina, úbere e corpo através da câmera termográfica (Fluke Ti400®) em uma angulação padrão de 90º; As medições das variáveis meteorológicas, foram realizadas com termo-higrômetros digitais e globos negros, dispostos a altura do animal, sendo um ao sol e outro a sombra, sendo coletadas a cada 20 minutos, registrando a temperatura de bulbo seco (Tbs, ºC), temperatura de globo negro (Tgn, ºC) e umidade relativa do ar (UR, %). Posteriormente foram determinadas a temperatura radiante média (TRM, ºC) e a Carga Térmica Radiante (CTR, W $m^{-2}$). Quarenta e cinco dias após a inseminação artificial (IA), todas as vacas foram submetidas ao diagnóstico de gestação.
Os dados meteorológicos foram submetidos a análise de variância pelo método dos Quadrados Mínimos com o auxílio do software estatístico SAS e as médias foram desdobradas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a comparação entre os métodos de mensuração da temperatura vaginal, os dados foram submetidos a análises de correlação de Pearson e de Spearman. A concordância entre as

temperaturas termográficas e a temperatura interna foi adicionalmente avaliada pelo método de Bland–Altman, considerando o viés e os limites de concordância de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis meteorológicas carga térmica radiante (CTR) e temperatura radiante média (TRM) mostraram diferenças significativas (P<0,05) entre os dias e horários de coleta, porém a TRM não diferiu entre sol e sombra (P>0,05), apresentando média igual a 25,2ºC.

Nos dias em que foi realizado a Inseminação Artificial (2, 4, 6), os valores de CTR foram respectivamente 422,23 $W.m^{-2}$, 488,07 $W.m^{-2}$, 434,43 $W.m^{-2}$, e valores de TRM de 20,60 ºC, 31,40 ºC, 22,59 ºC, segundo Morton *et al* (2007) as taxas de concepção são reduzidas quando as vacas são expostas a uma alta carga térmica antes ou depois da inseminação, a taxa de prenhez (16,67%) também reflete os valores encontrados, onde apenas 2 das 12 vacas com prenhez confirmada.

A média da temperatura de bulbo seco obtida durante o experimento foi igual a 26,57ºC, que é considerado o limite crítico para a ocorrência de estresse térmico. De acordo com Silva e Maia (2013) a zona de conforto térmico para vacas da raça holandesa situa-se entre 5ºC e 21ºC.

A temperatura vaginal mensurada pela câmera termográfica foi significativamente menor (P<0,05) que a temperatura vaginal mensurada pelo termômetro digital (Tabela 1). Em média a termografia subestimou a temperatura vaginal em 0,51ºC, o teste de T pareado mostrou diferença estatística de aferição pelos métodos (t= -3,56) (P=0,0017), portanto, não podemos considerar os dois métodos equivalentes simplesmente com base na comparação das médias.

**Tabela 1 – Médias (± DP), valores mínimo e máximo da temperatura vaginal obtida por termografia infravermelha e da temperatura vaginal mensurada por termômetro digital em bovinos leiteiros (n = 24 observações).**

| Indicador | Termografia vaginal | Termômetro |
|---|---|---|
| n | 24 | 24 |
| Média (°C) | 37,55 | 38,06 |
| DP (°C) | 0,61 | 0,59 |
| Mínimo (°C) | 36,25 | 37,00 |
| Máximo (°C) | 38,52 | 39,10 |

A análise de correlação de Pearson mostrou uma correlação positiva fraca, sem significância estatística (r=0,312) (P=0,138). De forma semelhante, a correlação de Spearman (r=0,312) (P=0,138), indica que existe uma tendência de associação, mas ela é fraca e ficou muito próxima, porém acima, do nível convencional de 5%, o que indica que, quando a temperatura vaginal aumenta, a temperatura superficial da região vaginal não corresponde a esse aumento de maneira suficientemente consistente neste conjunto de dados.

A análise de regressão linear apresentou $R^2$ = 0,097, que significa que apenas aproximadamente 9,7% da variação da temperatura termográfica foi explicada pela temperatura vaginal interna.
Pela análise de Bland-Altman observou-se um viés médio de -0,51ºC, com limites de concordância de aproximadamente -1,88ºC a + 0,86ºC, indicando que, há situações em que a mensuração pela termografia está muito próxima do termômetro, mas também há situações em que a diferença é de aproximadamente 2 °C.
Os resultados demonstram uma baixa concordância para utilizar a temperatura superficial vaginal como substituta direta da temperatura vaginal interna, no estudo que visou desenvolver um algoritmo para detecção da ovulação por meio da Termografia Infravermelha de Talukder *et al* (2014) foi possível a detecção do momento da ovulação por meio de alterações na temperatura, porém em alguns casos a termografia também gerou falsos positivos, o que pode ser explicado pelo viés de temperatura.

## CONCLUSÕES

A temperatura superficial da região vaginal não apresentou concordância suficiente com a temperatura vaginal interna para ser utilizada diretamente como substituta da temperatura interna, para a avaliação de eventos reprodutivos. A termografia pode ainda ser útil como indicador indireto não invasivo de alterações térmicas, mas provavelmente precisa ser interpretada conjuntamente com outras variáveis.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPQ pela concessão da bolsa e ao grupo de pesquisa INOBIO (Inovação e Sustentabilidade em Biometeorologia Animal) por todo apoio e suporte.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, B. C.; PIRES, M. F. A.; ARBEX, W. A.; SANTOS, G. B. (org.). **Uso de tecnologias de precisão na reprodução de bovinos leiteiros**. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, n. 79, p. 29-40, 2015.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html Acesso em: 5 ago. 2026.
LEÃO, J. M.; LIMA, J. A. M.; PÔSSAS, F. P.; PEREIRA, L. G. R. (org.). **Uso da termografia infravermelha na pecuária de precisão**. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, n. 79, p. 97-109, 2015.
MORTON, J. M; TRANDER, W. P; MAYER, D. G.; JONSSON N. N. **Effects of Environmental Heat on Conception Rates in Lactating Dairy Cows: Critical Periods of Exposure**. Journal of Dairy Science, v.90, n.5, p. 2271-2278, 2007.
SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. **Principles of Animal Biometeorology**. Biometeorology 2. Holanda: Springer, 264 p., 2013.
TALUKDER, S.; KERRISK, K. L.; INGENHOFF, L. THOMSON, P. C.; GARCIA, S. C.; C.; CELI; P. **Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system**. Theriogenology, v. 81, n. 7, p.925-935, Janeiro, 2014.