

**DETECÇÃO DO ESTRO EM VACAS DA RAÇA NELORE PELA TÉCNICA DA
TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA**

**DETECTION OF ESTRUS IN NELORE COWS USING INFRARED THERMOGRAPHY
TECHNIQUE**

**DETECCIÓN DEL CELO EN VACAS NELORE MEDIANTE TERMOGRAFÍA
INFRARROJA**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n9-175>

Data de submissão: 18/08/2025

Data de publicação: 18/09/2025

Isabele Pessoa Ribeiro

Instituição: Centro Universitário de Adamantina (FAI)

E-mail: pessoaisabele0@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-3005-6358>

Rafael Neves Manicardi

Instituição: Centro Universitário de Adamantina (FAI)

E-mail: rafaelmanicardi3112@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-1723-5790>

Pablo Henrique Delai Gonçalves

Instituição: Centro Universitário de Adamantina (FAI)

E-mail: pablodelai@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-8105-6675>

Fernando Ricardo Manicardi

Médico Veterinário Autônomo

E-mail: fmgenetica@terra.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-0277-463X>

Guilherme Batista do Nascimento

Instituição: Centro Universitário de Adamantina (FAI)

E-mail: guilhermebn@fai.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2370-322X>

Alexandre Wolf

Instituição: Centro Universitário de Adamantina (FAI)

E-mail: wolf@fai.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-2618-3558>

Sandra Helena Gabaldi Wolf

Instituição: Centro Universitário de Adamantina (FAI)

E-mail: sandra@fai.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-2086-8292>

RESUMO

A detecção do estro em bovinos é o fator mais importante para se ter uma boa eficiência reprodutiva, necessitando de se desenvolver formas de melhorá-la. A termografia infravermelha é um método não invasivo, altamente sensível, simples e eficaz para detectar mudanças de temperatura da superfície da pele. Este estudo visou validar a termografia por infravermelho como uma ferramenta para detectar o estro na superfície vulvar de bovinos. Foram utilizadas 51 vacas da raça Nelore pertencentes à região da Nova Alta Paulista-SP, submetidas a um programa de inseminação artificial por tempo fixo, aferindo-se a temperatura da vulva e perivulvar em dois momentos pela manhã: D8 (retirada do implante de progesterona) e D10 (48h após, dia da inseminação artificial). O efeito do dia da avaliação (D8/D10) considerou-se animal como um efeito aleatório e média da temperatura ambiente, como covariável. Houve uma interação entre temperatura da vulva com o momento da coleta (D8/D10), sugerindo que a influência da temperatura ambiente na temperatura da vulva não é similar em ambos os momentos da coleta. Médias marginais estimadas corrigidas para a covariável temperatura do dia e erros-padrão nos diferentes grupos foram na vulva em D8 $39,2 \pm 0,24^{\circ}\text{C}$ e D10 $39,5 \pm 0,24^{\circ}\text{C}$, e na região perivulvar D8 $38,7 \pm 0,24^{\circ}\text{C}$ e D10 $38,9 \pm 0,24^{\circ}\text{C}$. Embora o experimento mostrou diferença estatística, para a diferença temperatura da vulva em estro, os resultados tiveram que ser corrigidos pela covariável temperatura ambiental. A câmera termográfica foi capaz detectar o aumento da temperatura da vulva em fase estrogênica, porém não mostrou ser um bom instrumento diagnóstico a campo para a detecção do estro em bovinos, por ter muitas variáveis envolvidas, como por exemplo, a temperatura ambiente.

Palavras-chave: Biotecnologia da Reprodução. Bovino de Corte. Monitoramento Térmico. Eficiência Reprodutiva. Termografia Infravermelha.

ABSTRACT

Detection of estrus in cattle is the most important factor for achieving satisfactory reproductive efficiency, requiring the development of strategies to improve its accuracy. Infrared thermography is a non-invasive, highly sensitive, simple, and effective method for detecting changes in skin surface temperature. The objective of this study was to validate infrared thermography as a tool for detecting estrus based on vulvar surface temperature in cattle. A total of 51 Nelore cows from the Nova Alta Paulista region, São Paulo, Brazil, were subjected to a fixed-time artificial insemination program. Vulvar and perivulvar temperatures were measured twice in the morning: on day 8 (D8; removal of the progesterone implant) and on day 10 (D10; 48 h later, corresponding to the day of artificial insemination). The effect of evaluation day (D8/D10) considered the animal as a random effect and the mean ambient temperature as a covariate. An interaction was observed between vulvar temperature and collection time (D8/D10), suggesting that the influence of ambient temperature on vulvar temperature differed between collection days. Estimated marginal means corrected for the covariate (ambient temperature) and standard errors in the different groups were as follows: vulvar temperature at D8 = $39.2 \pm 0.24^{\circ}\text{C}$, D10 = $39.5 \pm 0.24^{\circ}\text{C}$; perivulvar region at D8 = $38.7 \pm 0.24^{\circ}\text{C}$, D10 = $38.9 \pm 0.24^{\circ}\text{C}$. Although the experiment revealed a statistically significant difference in vulvar temperature during estrus, the results required correction for the covariate ambient temperature. The thermographic camera was able to detect an increase in vulvar temperature during the estrogenic phase; however, it did not prove to be a reliable diagnostic tool under field conditions for estrus detection in cattle, given the influence of multiple variables, particularly ambient temperature.

Keywords: Reproductive Biotechnology. Beef Cattle. Thermal Monitoring. Reproductive Efficiency. Infrared Thermography.

RESUMEN

La detección del estro en el ganado es el factor más importante para lograr una buena eficiencia reproductiva, lo que requiere el desarrollo de formas para mejorarla. La termografía infrarroja es un método no invasivo, altamente sensible, simple y efectivo para detectar cambios en la temperatura de la superficie de la piel. Este estudio tuvo como objetivo validar la termografía infrarroja como una herramienta para detectar el estro en la superficie vulvar del ganado. Cincuenta y una vacas Nelore de la región de Nova Alta Paulista de São Paulo fueron sometidas a un programa de inseminación artificial a tiempo fijo. Las temperaturas vulvar y perivulvar se midieron dos veces en la mañana: D8 (extracción del implante de progesterona) y D10 (48 horas después, el día de la inseminación artificial). El efecto del día de evaluación (D8/D10) se consideró un efecto aleatorio y la temperatura ambiente media se consideró una covariante. Hubo una interacción entre la temperatura vulvar y el momento de la recolección (D8/D10), lo que sugiere que la influencia de la temperatura ambiente en la temperatura vulvar no es similar en ambos momentos de recolección. Las medias marginales estimadas, corregidas por la covariante temperatura diaria y los errores estándar en los diferentes grupos, fueron de $39,2 \pm 0,24$ °C para la vulva el día 8 y de $39,5 \pm 0,24$ °C para la temperatura diurna, y de $38,7 \pm 0,24$ °C para la región perivulvar el día 8 y de $38,9 \pm 0,24$ °C para la hora de toma de la temperatura diurna. Si bien el experimento mostró una diferencia estadística, fue necesario corregir los resultados por la covariante temperatura ambiente para la temperatura vulvar durante el estro. La cámara termográfica detectó el aumento de la temperatura vulvar durante la fase estrogénica, pero no resultó ser una buena herramienta de diagnóstico de campo para la detección del estro en el ganado debido a las numerosas variables involucradas, como la temperatura ambiente.

Palabras clave: Biotecnología Reproductiva. Ganado Vacuno de Carne. Monitoreo Térmico. Eficiencia Reproductiva. Termografía Infrarroja.

1 INTRODUÇÃO

A termografia infravermelha (IRT) é uma técnica amplamente utilizada em diversas práticas veterinárias, desde a detecção de patologias inflamatórias até o auxílio de práticas de manejo. Trata-se de uma técnica não invasiva, que mede a radiação infravermelha emitida pela pele e a converte em temperatura, expressada em uma imagem (SATHIYABARATHI *et al.*, 2016).

Ao realizar uma avaliação com IRT, é importante tomar alguns cuidados a fim de evitar a interferência de fatores ambientais, individuais e técnicos. A mensuração da temperatura ambiental é importante, pois pode interferir na emissão de calor corporal, principalmente quando a mensuração é realizada a campo (JEYAKUMAR, *et al.*, 2022; ZHENG *et al.*, 2022).

Esta técnica envolve a relação entre a variação do fluxo sanguíneo subcutâneo e a emissão de calor da área estudada, detectada em escala colorimétrica, correlacionada com as mudanças de temperatura (ZHENG *et al.*, 2022). O estrógeno, hormônio do estro, aumenta o metabolismo e vascularização na região genital, assemelhando-se a sinais da inflamação (HAFEZ, 2004).

Em mulheres, a temperatura cutânea vulvar e perivulvar aumenta no momento da ovulação; nas áreas vulvares, está relacionado com as variações do fluxo sanguíneo cutâneo ou subcutâneo que se deve à alteração dos níveis circulantes de estrógeno dos folículos pré-ovulatórios (JEYAKUMAR *et al.*, 2022).

O ciclo estral em bovinos consiste em uma série de eventos hormonais regulados pelo eixo hipotálamo-hipófise-ovariano, com duração média de 21 dias, envolvendo o crescimento e divergência folicular, ovulação e desenvolvimento do corpo lúteo. Esses eventos marcam duas principais fases do ciclo estral, a fase folicular (estrogênica) e a fase lútea (progesterônica), separadas pela ovulação no fim do ciclo, período de fertilidade (HAFEZ, 2004).

Na área da reprodução animal, a IRT tem ampliado a sua utilização, especialmente no monitoramento de eventos reprodutivos para a detecção do ciclo estral e prenhez nos bovinos (JEYAKUMAR *et al.*, 2022). Durante o ciclo estral, a temperatura corporal dos animais flutua dinamicamente, reduzindo dois dias antes do estro e aumentando à medida que o hormônio luteinizante (LH) aumenta; estas mudanças de temperatura têm sido associadas com o pico de LH e ovulação (ZHENG *et al.* 2022).

Talukder *et al.* (2014) e Perez Marquez *et al.* (2019) encontraram, em bovinos leiteiros, um aumento de temperatura da vulva durante o estro, por IRT. Da mesma forma, Radigonda *et al.* (2017), observaram que a IRT na região vulvar foi eficiente para detectar estro em vacas de corte da raça Braford e que a IRT pode ser uma ferramenta indireta promissora de diagnóstico para a atividade ovariana, havendo a necessidade de mais estudos para validar seu potencial na produção de bovinos

de corte. Vicentini *et al.* (2020) também detectaram, pela IRT, variação significativa de temperatura durante as fases de proestro e estro em novilhas Gir leiteiras.

Ainda, estudos semelhantes foram realizados em outras espécies: suínos (Simões *et al.*, 2014), cabras (STELLETTA *et al.*, 2017), ovelhas (FREITAS *et al.*, 2018) e búfalas (RUEDIGER *et al.*, 2018), chegando conclusões semelhante aos bovinos.

A detecção precisa do estro é um dos fatores mais importantes para melhorar o desempenho reprodutivo na produção de bovino de leite e corte. Devido à relativa baixa eficiência reprodutiva observada nos rebanhos brasileiros, é muito importante desenvolver formas de monitorar para melhorar esses índices reprodutivos e elevar a taxa de prenhez, principalmente a baixo custo e de fácil execução.

A falha de detecção do estro está diretamente associada a intervalos de parto prolongados, prejuízo econômico e menor aproveitamento da fase reprodutiva da fêmea. Com a melhoria contínua da IRT, sua sensibilidade de detecção e interpretação, esta será cada vez mais utilizada na produção animal (ZENG *et al.*, 2022).

Existem diversos métodos disponíveis para a detecção do estro em bovinos, como a observação comportamental dos animais, dispositivos automatizados, e mensuração de progesterona no leite (REITH e HOY, 2017); no entanto, quando se trata de bovinos de corte a pasto, é fundamental avaliar a viabilidade desses métodos em condições de campo.

O objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade da termografia infravermelha, como uma ferramenta prática de alta tecnologia, para detectar o estro em vacas Nelore, para se realizar a inseminação artificial com uma boa eficiência reprodutiva, comparando a diferença da temperatura da região vulvar e perivulvar nas fases progesterônica e estrogênica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COMITÊ DE ÉTICA

Este experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética de Uso de Animais (CEUA-FAI), sob protocolo nº 23.003 (21/06/2023).

2.2 ANIMAIS

Foram utilizadas 51 vacas da raça Nelore, em programa de inseminação artificial por tempo fixo, pertencentes a propriedades rurais de Adamantina e região.

2.3 DETECÇÃO DO ESTRO

A temperatura da região perivulvar e vulvar de cada vaca foi aferida em dois momentos: no dia da retirada do implante de progesterona (fase progesterônica - D8) e 48 horas após, momento provável do estro (fase estrogênica - D10), dia da inseminação artificial, associada à observação da remoção da pintura da cauda.

2.4 EQUIPAMENTO UTILIZADO

O equipamento utilizado para a aferição da temperatura perivulvar e vulvar foi a câmera termográfica FLIR C5sc, com captura de imagens térmicas de 160 x 120 (19.200 pixels), tecnologia MSX® (*Multi-Spectral Dynamic Imaging*), câmera de luz visível de 5 megapixels.

A leitura de pixels consiste em um complexo conjunto de algoritmos, designados por cores, que correspondem exatamente ao valor de uma temperatura especificada nas coordenadas.

A câmera térmica é capaz de realizar medições a uma distância focal de pelo menos 0,1m e sua capacidade de medição é de -10 a 50°C. O espectro infravermelho possui comprimento de onda entre 8 a 14 μ m e frequências entre 8,7Hz.

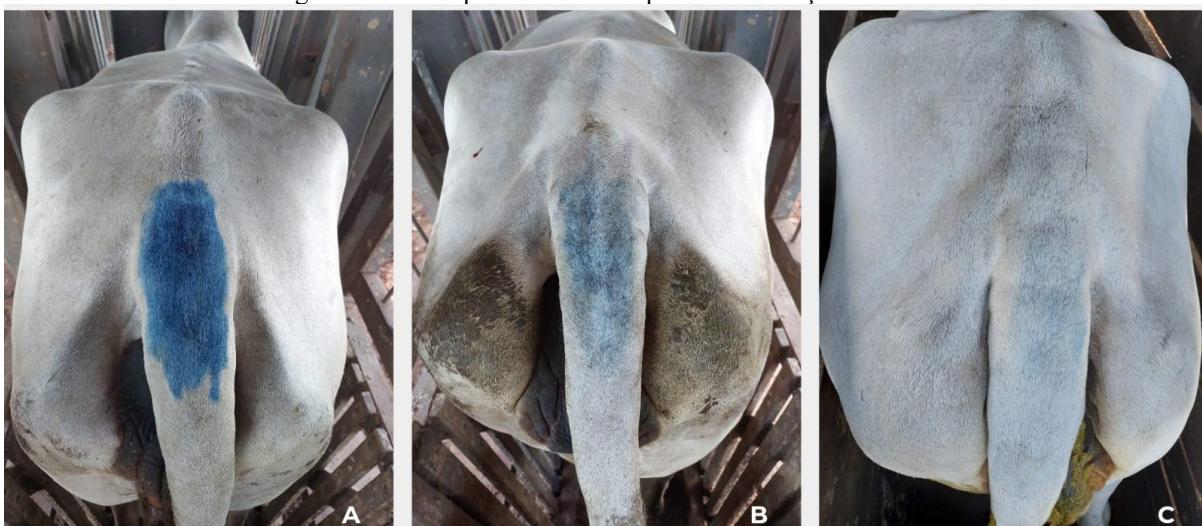
2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os animais foram contidos adequadamente em estação, por meio de troncos de contenção individual, utilizados para inseminação artificial. Foi realizada a limpeza da vulva utilizando toalhas de papel descartáveis, para a eliminação de sujidades.

No dia da retirada do implante, a cauda da fêmea foi pintada com giz próprio para reprodução e registradas três imagens termográficas (D8 - antes) das regiões perivulvar e vulvar.

Após 48 horas, no momento da inseminação artificial, mais três imagens (D10 - depois) foram obtidas das mesmas regiões e comparadas com o escore da falha de tinta na cauda (Figura 1: ausência do estro, estro fraco ou estro forte); esta classificação da pintura da cauda foi utilizada segundo Nogueira *et al.* (2016).

Figura 1. Foto da pintura de cauda para determinação do estro.



Interpretação da leitura da base da cauda no dia da tomada 2: A - sem estro, B - estro fraco e C - estro forte.

Fonte: Autores.

As imagens térmicas por infravermelho foram registradas, em três tomadas por vulva e por região perivulvar, colocando-se a câmera entre 50 e 100cm de distância, aproximadamente, considerando-se a média delas. O termógrafo foi posicionado na região perineal, em um ângulo de 90° em relação à vulva, para aferir, de forma individual, a temperatura da superfície da pele.

Sequências da obtenção da captura das imagens pela câmera de termografia e coleta de dados (Figura 2):

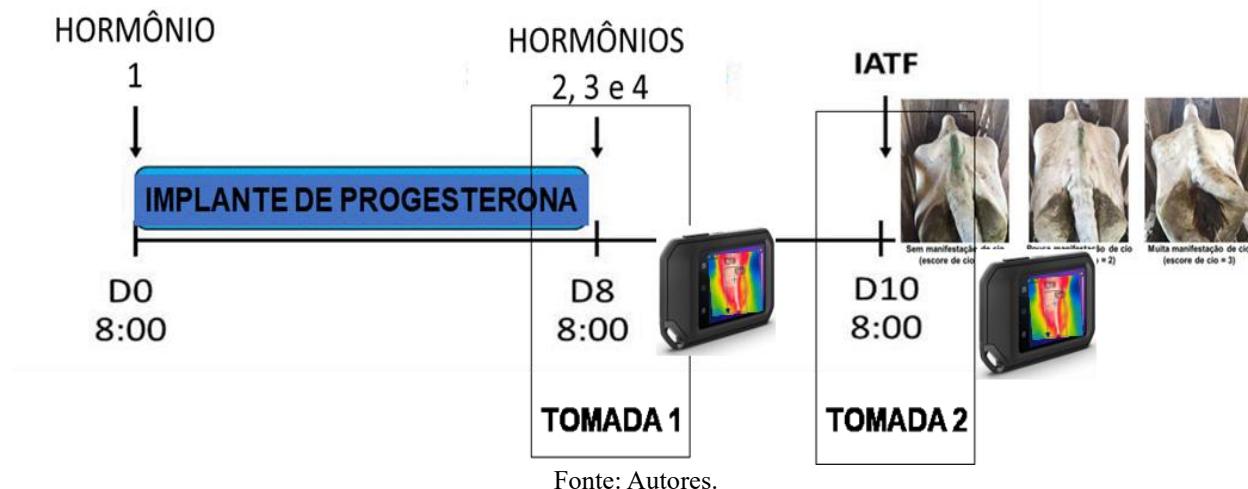
Dia 1 - 8:00h: início do protocolo proposto pela propriedade rural - Sem coleta de dados.

Dia 8 - 8:00h: retirada do implante de progesterona e continuação do protocolo hormonal - Pintura da cauda com bastão de detecção do estro + Tomada 1 de imagens perivulvar e vulvar.

Dia 10 - 8:00h: inseminação artificial - Leitura da pintura da cauda + Tomada 2 de imagens perivulvar e vulvar.

Imagens perivulvar e vulvar das tomadas 1 (D8) e 2 (D10) foram avaliadas e suas temperaturas foram estabelecidas.

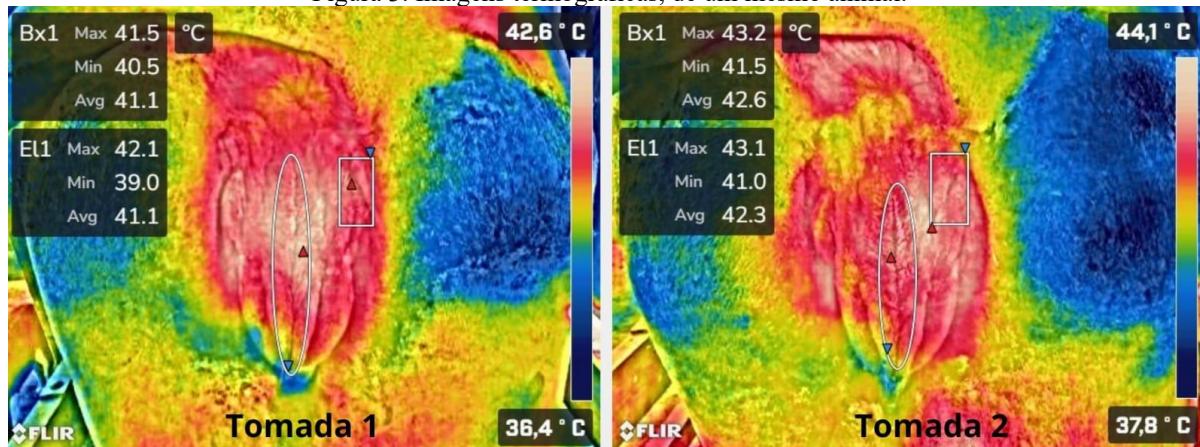
Figura 2. Esquema do protocolo experimental, com os momentos de captura de imagem.



2.6 ANÁLISE DAS IMAGENS

As imagens captadas (Figura 3) foram avaliadas pelo software de análise térmica FLIR RESEARCH IR.

Figura 3. Imagens termográficas, de um mesmo animal.



D8 - fase progesterônica; D10 - fase estrogênica.

Fonte: Autores.

Foram comparadas as diferenças de temperatura das regiões perivulvar e vulvar, e entre as Tomadas 1 e 2, a fim de observar diferença entre as regiões de cada animal e as tomadas, respectivamente, e se estavam relacionadas ao estro, e consequentemente, com as falhas da pintura da cauda e a taxa de prenhez.

2.7 TEMPERATURA AMBIENTE

A temperatura foi monitorada nos dias das medidas, permanecendo na faixa considerada de conforto térmico para vacas Nelore (Zona de Conforto Térmico: *Bos indicus*: 10 - 27°C; críticas de 35°C). A temperatura do ambiente do local do exame foi monitorada com um termômetro digital de temperatura ambiente.

Ruediger *et al.* (2018) alertam que os fatores climáticos influenciam as temperaturas das áreas da superfície corporal, sendo o período da manhã mais desejável para a realização das termografias.

2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise descritiva das temperaturas da vulva e pele perivulvar foram realizadas considerando os valores de média e desvio-padrão. Já, o efeito do dia da avaliação (D8/D10), para determinar se o animal estava em estro, foi obtido por meio do Modelo Linear Misto, considerando o animal como um efeito aleatório e a média da temperatura ambiente como covariável. Em ambas análises, os resíduos padronizados do modelo foram considerados normais pelo teste de Shapiro-Wilk e os contrastes dentro dos fatores foram obtidos por meio do teste de comparações múltiplas de Bonferroni. A relação das variáveis dependentes e das temperaturas ambientes foi observada pela análise de regressão linear simples e mensurada pela correlação de Pearson. Todas as análises foram realizadas no Software R (R Core Team, 2022), sendo adotado um nível de significância igual a 5%

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para efeitos de padronização do rebanho, apenas as vacas com escore da pintura da cauda 2 ou 3 foram selecionadas para análise; logo, podemos afirmar que os animais avaliados estavam em estro.

Os animais da raça Nelore (*Bos indicus*) foram avaliados individualmente, devidamente contidos, em protocolo de IATF, em dois momentos distintos (fase progesterônica e estrogênica). Foi observada diferenças significativas ($p<0,05$) entre as temperaturas vulvares nos diferentes momentos de coleta de dados, corroborando com Vicentini *et al.* (2020), que também verificaram diferenças na temperatura vulvar nas diversas fases do ciclo estral de vacas *Bos indicus*.

A IRT mostrou-se eficiente para determinar o estro quando comparada ao detector por marcação de tinta da cauda e, ainda, os locais anatômicos aferidos (regiões vulvar e perivulvar) mostraram-se confiáveis para aferir as diferenças de temperatura.

O modelo apresentou interação entre temperatura da vulva com o momento da coleta (D8/D10), sugerindo que a influência da temperatura ambiente na temperatura da vulva não é similar em ambos os momentos da coleta ($p<0,05$). (Tabela 1).

Tabela 1- Médias marginais estimadas corrigidas para a covariável temperatura do dia e erros-padrão nos diferentes grupos.

Variável	Grupo	n	Média±EP	IC (95%)
Vulva	D8	51	39,2±0,24 ^b	38,6 – 39,7
	D10	51	39,5±0,24 ^a	38,9 – 40,0
Pele perivulvar	D8	51	38,7±0,24 ^a	38,2 – 39,3
	D10	51	38,9±0,24 ^a	38,4 – 39,5

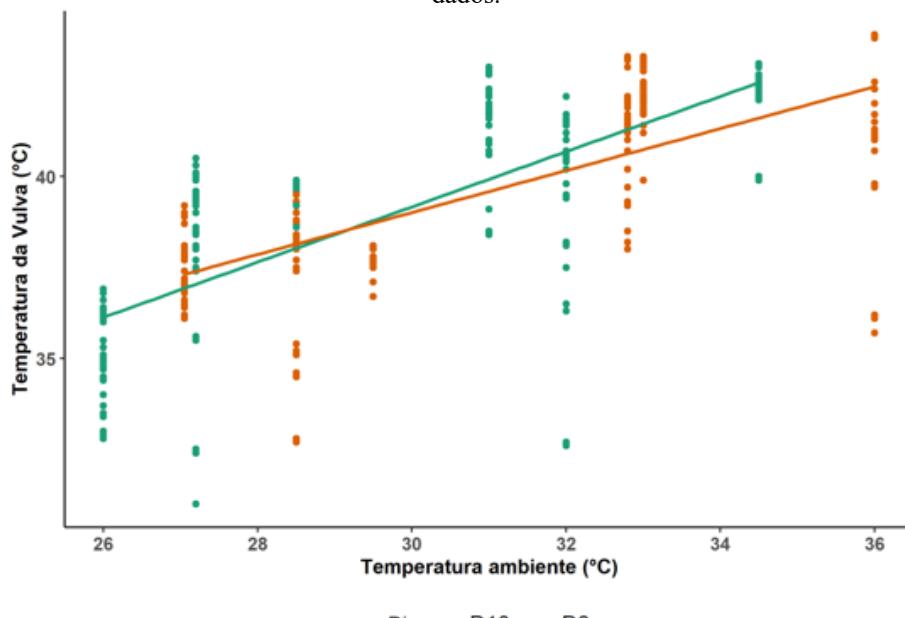
n: número de observações; EP: Erro-padrão; IC: intervalo de confiança da média. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre os grupos dentro de cada variável.

Fonte: Autores.

O aumento da temperatura vulvar, detectada pela ITR, deveu-se ao efeito hormonal causado pelo estrógeno, que apresenta ação local de vasodilatação, aumento da vascularização com fluxo sanguíneo na região genital, aumento do metabolismo, assemelhando-se a sinais da inflamação (HAFEZ, 2004; JEYAKUMAR *et al.*, 2022; ZHENG *et al.*, 2022).

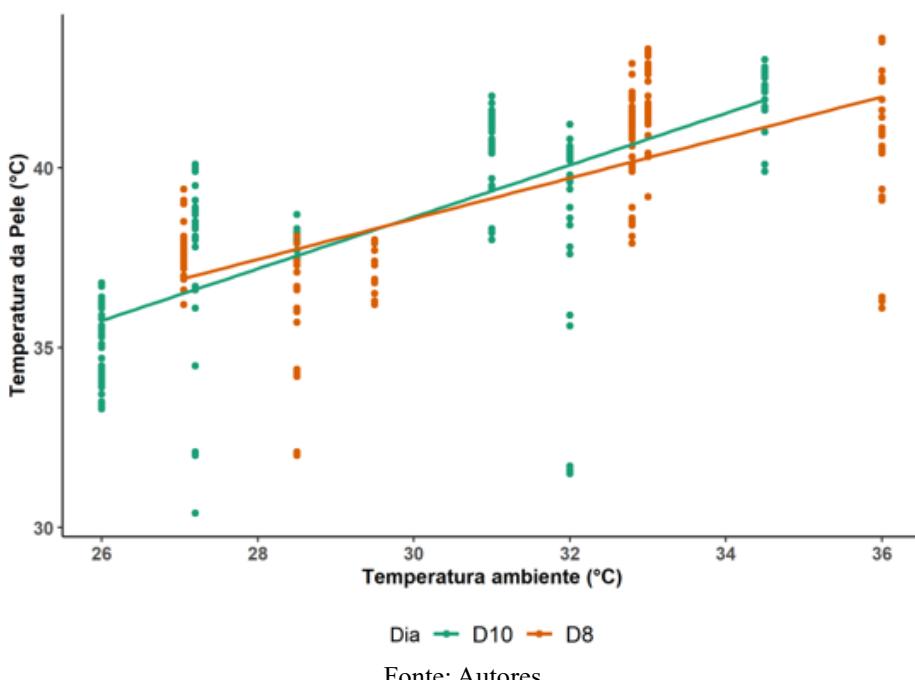
A temperatura ambiente, observada no momento da coleta das imagens, apresentou influência sobre as temperaturas obtidas pela câmera termográfica nas tomadas 1 e 2, conforme pode ser observado nas Figuras 4 e 5.

Figura 4. Regressão entre temperatura da vulva e a média da temperatura ambiente nos dois momentos de coleta de dados.



Fonte: Autores.

Figura 5. Regressão entre temperatura da pele perivulvar e a média da temperatura ambiente nos dois momentos de coleta de dados.



Fonte: Autores.

As Figuras 4 e 5 mostram que a temperatura ambiente influenciou na determinação da diferença entre as temperaturas das vulvas nas tomadas 1 e 2. Mesmo esta diferença sendo muito pequena, o modelo estatístico aplicado foi capaz de afirmar que houve diferença na vulva ($p<0,05$), e não na região perivulvar, provavelmente por apresentar temperatura um pouco menor.

Para os resultados encontrados, teve-se que levar em consideração a temperatura do ambiente, calculando-se as médias marginais estimadas. Este estudo corrobora com os trabalhos de Talukder *et al.* (2014) e Radigonda *et al.* (2017), que, embora encontraram diferença na temperatura da vulva no estro, por imagens ITR, indicaram mais pesquisas para validar esta ferramenta para a detecção do estro.

A temperatura ambiente foi adotada como covariável nas médias da temperatura da vulva e da pele perivulvar; assim, as médias marginais foram ajustadas levando em conta a influência da temperatura ambiente nas temperaturas obtidas nas imagens termográficas.

A diferença da temperatura (vulva-perivulvar) captada em T2 foram mais altas que em T1, porém isso somente foi provado ($p<0,05$) quando utilizada a temperatura ambiental como covariável.

A correlação tanto entre a temperatura da vulva e a média da temperatura ambiente quanto entre a temperatura da pele e a média da temperatura ambiente foi 0,72 ($p<0,05$), enquanto a correlação entre a temperatura da pele perivulvar e da vulva foi de 0,98. Isso sustenta a correção das médias marginais (estimadas) das temperaturas das imagens termográficas e a temperatura ambiental.

As médias marginais ajustadas representaram as estimativas médias da temperatura da vulva para D8 e D10, levando em conta a variação da temperatura ambiente; isso permitiu uma comparação mais justa entre os dois dias, isolando os efeitos da temperatura ambiente.

Embora o experimento mostrou diferença estatística ($p<0,05$) para a diferença temperatura da vulva em estro, quando comparada em fase progesterônica, os resultados tiveram que ser corrigidos pela variável temperatura ambiental, culminando no êxito no modelo aplicado.

Pesquisas análogas em outras espécies também demonstraram a eficácia da IRT na detecção do estro. Simões *et al.* (2014) notaram, por exemplo, variações de temperatura na área perineal de porcas durante o ciclo estral, sugerindo que o aumento térmico está relacionado ao período fértil.

Em pequenos ruminantes, os achados também confirmam a aplicação da IRT. Freitas *et al.* (2018) encontraram um padrão de aumento da temperatura vulvar em ovelhas Santa Inês durante o estro, da mesma forma que Stellella *et al.* (2017) relataram em cabras. Essas observações indicam que a reação térmica relacionada ao estro é semelhante entre as espécies, apesar das variações fisiológicas.

No que se refere à espécie bovina, Perez Marquez *et al.* (2021) e Talukder *et al.* (2014) relataram o aumento da temperatura da vulva durante o estro em vacas *Bos taurus*, por IRT. Radigonda *et al.* (2017) mostrou que a IRT é uma opção promissora para acompanhar o ciclo estral em rebanhos da raça Braford, cruzamento de *Bos indicus* e *Bos taurus*. Entretanto, o estudo atual expande essa perspectiva ao analisar fêmeas Nelore (*Bos indicus*), uma raça com menor expressão comportamental de estro, sugerindo que a tecnologia pode ser eficaz também em sistemas de produção que enfrentam maiores desafios reprodutivos.

Os fatores individuais que podem interferir na IRT são de difícil controle, no entanto devem ser dadas orientações aos avaliados, visando minimizar interferências extrínsecas. Contudo, a realização de estudos em ambientes não controlados pode demonstrar a aplicação prática do estudo na rotina, sustentando a aplicação de resultados em condições reais a campo.

4 CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que foi possível usar a IRT em vacas Nelore, já que a literatura encontrada se refere a vacas *Bos taurus* ou animais de produção leiteira e em países tropicais, além de que a maioria das pesquisas se encontra em países de clima temperado.

A IRT foi eficiente para determinar o estro quando comparada ao detector por marcação de tinta da cauda e, ainda, os locais anatômicos aferidos (regiões vulvar e perivulvar) mostraram-se confiáveis para aferir as diferenças de temperatura, embora não tenha sido um bom instrumento diagnóstico a

campo para a detecção do estro em bovinos, por ter muitas variáveis envolvidas, como, por exemplo, a temperatura ambiente.

AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação do Centro Universitário de Adamantina (FAI), pelo apoio institucional e pelas oportunidades concedidas, por meio de seu Programa de Bolsa de Iniciação Científica (PROBIC) e Programa Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC), que foram fundamentais para a execução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- FREITAS, A.C.B.; VEJA, W.H.O., QUIRINO C.R. et al. Surface temperature of ewes during estrous cycle measured by infrared thermography. *Theriogenology*. v.119, p.245-251, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.07.015>
- HAFEZ, B.; HAFEZ, E.S.E. *Reprodução Animal*. 7. ed. Barueri: Manole, 2004. 513 p. ISBN 852041222-X.
- JEYAKUMAR, S.; KUMARESAN, A. KATAKTALWARE, A.M. et al. Infrared Thermal Imaging and Its Application in Animal Reproduction. *Frontier Technologies in Bovine Reproduction*, 2022, p 47–64. DOI: 10.1007/978-981-19-3072-0_3
- NOGUEIRA, E.; SILVA, J.C.B.; SILVA, M.R. et al. IATF + CIO: Estratégia prática de avaliação de cio e aumento de prenhez. *EMBRAPA Circular Técnica* n.113, 2016. ISSN 1981-724X
- PERES MARQUEZ, H.J; AMBROSE, D.J; SCHAEFER, A.L. et al. Evaluation of infrared thermography combined with behavioral biometrics for estrus detection in naturally cycling dairy cows. *Animal*, v.15, n.7 100205, 2021. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100205.
- RADIGONDA, V.L.; PEREIRA, G.R.; FAVARO, P.C. et al. Infrared thermography relationship between the temperature of the vulvar skin, ovarian activity, and pregnancy rates in Braford cows. *Trop. Anim. Health Prod.* v.49, p.1787–1791, 2017. DOI 10.1007/s11250-017-1378-5
- R CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022. URL <https://www.R-project.org/>
- RUEDIGER, F.R.; YAMADA, P.H.; BARBOSA, L.G.B. et al. Effect of estrous cycle phase on vulvar, orbital area and muzzle surface temperatures as determined using digital infrared thermography in buffalo. *Animal Reproduction Science* v.197, p.154–161, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.023>
- SATHIYABARATHI, M.; JEYAKUMAR S.; MANIMARAN, A et al. Infrared thermography: A potential noninvasive tool to monitor udder health status in dairy cows. *Veterinary World*, v.9, p.1075-1081, 2016. DOI: 10.14202/vetworld.2016.1075-1081
- SIMÕES, V. G.; LYAZRHI, F.; PICARD-HAGEN, N. et al. Variations in the vulvar temperature of sows during proestrus and estrus as determined by infrared thermography and its relation to ovulation. *Theriogenology*. v.82, p.1080–1085, 2014.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.07.017>
- STELLETTA, C.; TEKIN, K.; TIRPAN, M.B. et al. Vulvar thermal pattern following synchronization of estrus is linked to fertility after timed artificial insemination in goat. *Theriogenology*. v.103, p.137-142, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.038>
- TALUKDER, S. KERRISK K.L., INGENHOFF L. et al. Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system. *Theriogenology*. v.81, p.925–935, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.01.009>

VICENTINI, R.R.; MONTANHOLI, Y.R.; VERONEZE, R. et al. Infrared thermography reveals surface body temperature changes during proestrus and estrus reproductive phases in Gyr heifers (*Bos taurus indicus*). *Journal of Thermal Biology.* v.92, p.102662, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102662>

ZHENG, S.; ZHOU, C.; JIANG, X. et al. Progress on Infrared Imaging Technology in Animal Production: A Review. *Sensors*, v.22, n.705, p.1-16, 2022. <https://doi.org/10.3390/s22030705>