

A UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA AVALIAÇÃO DE EQUINOS: Uma Revisão Sistemática

(The use of infrared thermography in equine assessment: systematic Review)

¹Barbara Galdino de Sousa; ^{1*}Luana Karoline Castro Silva;

²Francisco Fleury Uchoa Santos Junior

¹Centro Universitário Estácio do Ceará - Fortaleza-Ceará, Brasil; ²Centro Universitário Estácio do Ceará – Instituto Le Santé.

RESUMO

A termografia infravermelha é um método diagnóstico não invasivo, indolor e que não necessita de contraste. Ela analisa a distribuição da temperatura cutânea através de sensores térmicos posicionados próximo ao examinado. Seus resultados são expressos por meio de uma representação pictórica da distribuição da temperatura superficial de uma determinada região do corpo. O objetivo deste estudo foi analisar, por meio da literatura, o uso da termografia na avaliação de equinos. Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, realizada no período de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018 em diferentes bases de dados. Foram achados 10796 artigos e após aplicação dos critérios metodológicos restaram 5 para serem integralmente avaliados. Verificou-se na pesquisa que a utilização da tecnologia da termografia através de radiação infravermelha é um recurso eficaz em diversos aspectos dentro de uma avaliação em equinos, tais como identificação de lesões, medos ou dores presentes em equinos.

Palavras-chaves: Avaliação, termografia, cavalos.

ABSTRACT

Infrared thermography is a non-invasive, painless, non-contrast and diagnostic method that analyzes the cutaneous temperature distribution by means of thermal sensors positioned close to the examined, expressing by means of a pictorial representation the surface temperature distribution of a body. The objective of this study is to analyze, through the literature, the use of thermography in equine evaluation. This is a systematic review of the literature, carried out from December 2017 to February 2018 in different databases. 10796 articles were found and after application of the methodological criteria 5 were left to be integrally evaluated. It was verified in the research that the use of thermography technology through infrared radiation is an effective resource in several aspects within an evaluation in horses, such as identification of lesions, fear or pain present in horses. **Key words:** Evaluation, thermography, horses.

INTRODUÇÃO

A Termografia Infravermelha (TI) é um método diagnóstico que analisa a distribuição da temperatura cutânea através de sensores térmicos posicionados próximo ao examinado,

*Endereço para correspondência:
luanacastro96@hotmail.com

estes sensores fornecem uma representação gráfica dos padrões térmicos do indivíduo avaliado. O método foi criado na década de 60 e não é invasivo, não precisa de contraste e é totalmente indolor (LEÃO *et al.*, 2015; BRIOSCHI *et al.*, 2003; BRIOSCHI *et al.*, 2001; AMA, 1987).

A radiação infravermelha é uma frequência eletromagnética emitida por qualquer corpo de forma natural e diretamente proporcional à temperatura do mesmo. Baseada no princípio de que todos os corpos emitem carga de radiação infravermelha, a TI realiza a captura dessa radiação por meio de um termograma, expressando pictoricamente a temperatura da superfície de um objeto ou corpo (EDDY *et al.*, 2001).

A temperatura da superfície corpórea depende do fluxo sanguíneo e da taxa dos processos metabólicos de um órgão ou tecido (NIKKHAH *et al.*, 2005). Processos inflamatórios, estresse térmico por fatores externos como temperatura, água, vento podem alterar o fluxo sanguíneo e a temperatura da região afetada (BERRY *et al.*, 2003). Mecanismos termorreguladores são acionados quando há algum estresse térmico a fim de manter a homeostase corporal. Segundo Bouzida *et al.*, (2009) essas alterações da superfície da pele podem ser detectadas utilizando a TI e podem ser utilizadas para a avaliação da temperatura superficial da pele de equinos (MOURA *et al.*, 2011).

Através dos resultados da TI é possível determinar o funcionamento de diversos sistemas dentre eles vascular, nervoso, musculoesquelético, bem como as condições dermatológicas, endócrinas e oncológicas sendo possível também avaliar processos inflamatórios, possibilitando uma melhor identificação do prognóstico clínico e uma maior objetividade na tomada de decisão (BRIOSCHI *et al.*, 2003).

Por se tratar de um método não invasivo, que não requer contato físico e contraste para a realização do exame, torna-se útil para obter dados sem interferir no metabolismo dos organismos analisados, possibilitando avaliar o animal em diferentes situações como já foi feito em diversos estudos: Moura *et al.* (2011), que avaliaram as trocas térmicas de equinos durante treinamentos; Montanholi *et al.* (2008), que analisaram diferentes partes do corpo de vacas gestantes e Rainwater-Lovett *et al.* (2009), que estudaram cascos de vacas infectadas com febre aftosa. Assim a termografia tem sido utilizada na medicina veterinária como ferramenta de avaliação, diagnóstico e prevenção podendo ser utilizada na detecção de processos inflamatórios e sinais patológicos (LEÃO *et al.*, 2015). O objetivo deste estudo foi analisar, por meio da literatura, o uso da TI na avaliação de equinos.

DESENVOLVIMENTO

Estratégia de busca

Trata-se de um estudo de revisão sistemática realizado nas bases de dados eletrônicas: National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine (PubMed), Portal Regional da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (SciELO), MedLine, Lilacs e Science Direct, com os seguintes

descritores “thermography muscles, thermography rounds and injuries, thermography injuries, thermography musculoskeletal system, thermography trauma, thermography lesions, thermography animals lesions” (Tab. 1). A busca foi realizada de

forma independente, por duas pesquisadoras durante o período de dezembro a março de 2018, sendo o último dia de busca dia 03 de março de 2018.

Tabela 1: Lista de descritores utilizados e a quantidade de artigos encontrado.

Descritor	Pubmed	Portal BVS	SCIELO	Medline	Lilacs	Science Direct
“Termografia Musculos” ou “Thermography Muscles”	276	300	5	232	9	1287
“Termografia Rondas e Lesões” ou “Thermography Rounds and Injuries”	461	160	0	0	0	242
“Termografia Lesões” ou “Thermography Injuries”	539	371	9	302	11	1164
“Termografia Sistema musculosquelético” ou “Thermography Musculoskeletal System”	632	15	1	13	1	522
“Termografia Trauma” ou “Thermography Trauma”	584	251	0	135	3	630
“Termografia Lesões” ou “Thermography Lesions”	334	556	2	361	7	907
“Termografia Animais Lesões” ou “Thermography Animals Lesions”	60	93	0	0	2	319
Total	2886	1746	17	1043	33	5071

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos artigos no idioma inglês, publicados entre 2003 e 2018, que abordam a utilização da termografia infravermelha na avaliação de lesões e outras circunstâncias usuais em cavalos. Foram excluídos do estudo: revisões sistemáticas e artigos inconsistentes ao objetivo da revisão. A pesquisa resultou em um total de 10796 artigos, dos quais apenas 05 contemplaram os critérios metodológicos, conforme ilustrado na (Fig. 1).

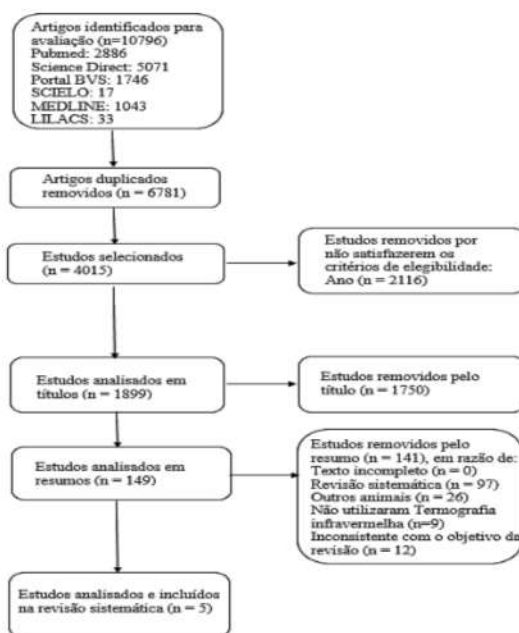


Figura 1 Fluxograma dos critérios metodológicos do estudo.

Essa revisão analisou a forma como a tecnologia de TI tem sido utilizada nos diversos tipos de avaliações em cavalos. Foram incluídos um total de cinco estudos, que realizaram suas pesquisas entre 2006 e 2018, utilizando a TI como forma de avaliação (Tab. 2).

Tabela 2: Análise descritiva dos ensaios clínicos abordando termografia infravermelha e cavalos, publicados entre 2013 e 2018.

AUTOR/A NO	OBJETIVO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Daglish et al., 2017	Determinar se a termografia pode ser usado para detectar mudanças de temperatura superficial na pele do cavalo após uma punção venosa jugular.	n=8 cavalos, sendo 4 fêmeas e 4 machos. Idade média de 5 anos	A série de imagens foi obtida com sucesso para cada um dos oito cavalos, inclusive nas condições de controle. As comparações revelaram diferenças significativas entre o controle e o lado injetado às 0,5h, 6h e 12h após a injeção	A termografia infravermelha foi capaz de identificar a punção venosa jugular em um ambiente controlado, sem influências externas como luz solar, vento, exercício e banho.
Dai et al., 2015	Avaliar a validade do teste de medo e investigar se a exposição a uma situação de medo induz mudança na temperatura do olho	n=50 cavalos adultos desportivos. Idade média de 14 anos	A temperatura do carunculo lacrimal foi significativamente superior após o teste de medo. Com média de 35,90°C antes do teste e 36,16°C após o teste.	O teste de medo provou-se uma medida válida de medo geral. Foi confirmado através da termografia relação entre medo e mudança na temperatura do olho.
Yarnell et al., 2014	Identificar se há mudanças na atividade muscular de cavalos durante hidroterapia em níveis de água diferentes e se isso pode ser identificado pela termografia	n=7 cavalos. Idade média de 14 anos	A taxa de alteração da temperatura não apresentou diferença significativa entre os modelos de tratamentos propostos. Embora não significativo, a temperatura foi maior durante o exercício com água.	A termografia pode detectar mudanças de temperatura superficial associadas à atividade muscular intensa e associadas a mudança no fluxo sanguíneo em cavalos.
Figueiredo et al., 2013	Avaliar a capacidade da termografia detectar se anestesia intraarticular altera temporariamente a temperatura.	n=5 éguas mestiças. Idade entre 4 a 8 anos	A injeção do agente anestésico resultou em um aumento da temperatura após 15min da injeção e perdurou até 1140 minutos após, sendo o período de temperatura elevada entre os primeiros 15 a 90 minutos.	A avaliação por meio da termografia mostrou-se um método adequado para detectar injeções intrasinoviais, sugerindo que a injeção de outros agentes também pode ser detectada.
Fonseca et al., 2006	Avaliar a eficácia da termografia no diagnóstico de lesões toracolombares e associar os tipos de lesões a uma modalidade atlética praticada	n=24 cavalos de quarto milha	Através da termografia foi observado um maior número de pontos quentes na região torácica, também tendo sido identificados pontos quentes na coluna lombar.	O uso da termografia associada à ultrasonografia mostrou ser eficiente no diagnóstico das lesões toracolombares de cavalos.

Os estudos analisados nesta revisão se propunham a avaliar através da TI, variantes como lesões, medos ou dores presentes em equinos. E ainda a análise da disposição de técnicas e outras circunstâncias envolvidas, em um processo de competição de cavalos, nos quais 94 animais foram dispostos nessas análises. Em um contexto onde tais condições interferem em habilidades e em características importantes aos cavalos, observa-se como necessária a investigação desses fatores. A TI é um excelente complemento ao exame clínico, e tem se destacado para esse tipo de avaliação, por ser capaz de identifica-las de forma prévia e com precisão (TURNER, 2001).

A câmera, em geral, que foi mais utilizada na captura das imagens dos estudos apresentados foi a do sistema Flir, assim como o software mais utilizado na análise foi o quickreport do mesmo sistema. A distância média assumida em todas as avaliações foi de 1 metro, e o tempo de adequação à temperatura ambiente antes da aquisição das imagens variou entre 1h e 12h, sendo o tempo de 1h o mais abordado entre os estudos.

Para uma boa avaliação através da termografia devem ser consideradas as formas de utilização da TI, abrangendo os tipos de aparelhos, modalidades, parâmetros e métodos de aplicação usados para a avaliação de cada variável. Para ser precisa, a termografia deve ser realizada em um ambiente controlado e livre de influências externas, portanto a área avaliada deve ser protegida da luz solar, para evitar o aquecimento errôneo da pele (TURNER, 2001). Alguns autores recomendam que o ambiente ideal para avaliação em humanos deve estar entre 20 e 30 °C, nenhum estudo trouxe ainda recomendações sobre a temperatura ideal, quando trata-se de avaliação em equinos (SIMON *et al.*, 2006).

A utilização de algumas drogas é proibida a cavalos atletas durante competições. Daglish *et al.* (2017) investigaram se era possível identificar através da tecnologia de TI a presença de substâncias químicas injetáveis nos cavalos antes de competições. Para a avaliação foi utilizado a câmera de TI Flir t420, com sensibilidade de 0,045 °C. Para ser evidenciada nas imagens, a área a ser avaliada foi marcada com corretivo da marca BIC. A injeção da substância foi realizada na região da jugular em apenas um dos lados do pescoço, entretanto foi analisado os dois lados, um tendo sido tomado como lado controle. Para a captação da imagem foi adotada uma distância de 1 metro (m) da região e todo o procedimento ocorreu em um ambiente controlado sem variações externas (DAGLISH *et al.*, 2017).

Figueiredo *et al.* (2013) elaboraram uma pesquisa semelhante à de Daglish (2017) e os dois estudos apresentaram resultados similares. A metodologia difere no que diz respeito a região analisada, pois no primeiro estudo a aplicação da injeção foi realizada no segmento inferior na região média do carpo, sendo essa a região então avaliada. A captura da imagem foi realizada através da câmera ThermalCam i40 Flir System, com uma distância adotada entre a câmera e a região avaliada de 1m, e em ambos os lados para comparação (FIGUEIREDO *et al.*, 2013). Uma das limitações de ambos os estudos é a incapacidade de afirmar, se a tecnologia da TI seria confiável para avaliação dos cavalos, logo antes da prática esportiva em seu ambiente de competição.

O estudo de Dai (2015) investigou através da TI se o medo em cavalos gerava variações na temperatura do olho. Para o estudo ele utilizou uma câmera NEC Avio TVS 500 e avaliou a região da carúncula lacrimal. A captura da imagem foi realizada à 50cm

de distância em um ambiente parcialmente controlado, com temperatura média de 19°C antes e após o animal passar por um teste de medo (DAI *et al.*, 2015).

Como demonstra Fonseca *et al.* (2006), a TI é capaz de diagnosticar com excelência lesões toracolombares em cavalos. O resultado positivo que indica lesão tecidual na imagem de termografia é representada por pontos quentes. Outros estudos como o de Bandeira *et al.* (2014) também trazem a TI como instrumento confiável para análise de lesões, entretanto sua abordagem é descrita na avaliação de lesões musculares

em seres humanos. Graciano (2013), em um estudo com suínos encontrou resultados que garantem a eficácia da termografia como uma estratégia precisa na detecção precoce de edemas e lesões, antes da aparição dos sintomas clínicos (FONSECA, 2006; GRACIANO, 2013; BANDEIRA 2014).

O estudo de Fonseca, realizado em cavalos, manuseou uma câmera Emerge Vision DTIS 500 em sua avaliação, e capturou uma imagem completa do animal contendo a vista lateral do corpo e do pescoço de ambos os lados, além da vista posterior e dorsal do cavalo, contemplando visão de toda a estrutura da coluna toracolombar e lombosacra (FONSECA, 2006).

O estudo de Yarnell *et al.* (2014) abordou a TI em uma perspectiva diferente, cujo foco não foi avaliação da lesão, mas sim a comparação da eficácia de técnicas reabilitativas. O músculo semitendinoso desempenha um papel importante na locomoção de equinos e apresentam-se regularmente como alvo de programas de reabilitação. A pesquisa de Yarnell utilizou a TI para avaliar a atividade muscular do semitendinoso durante três protocolos diferentes de reabilitação. Dois dos protocolos abordados eram com a avaliação da TI realizada enquanto o animal era mantido submerso em água, e apesar da superfície diferente, a tecnologia foi capaz de propor o diagnóstico de forma precisa, sendo considerado pelo autor uma técnica viável para avaliação em meio aquático. A câmera utilizada foi a Flir B335 (30Hz1, modelo 2010), com sensibilidade menor que 0,05 °C, e a captura da imagem foi realizada em uma distância de 1m e 50cm da região avaliada (YARNELL, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se na pesquisa que a utilização da termografia através da radiação infravermelha é um recurso eficaz em diversos aspectos dentro de uma avaliação em equinos. A TI apresenta-se como uma solução prática e não invasiva que permite fornecer informações até então apenas fornecidas, através de exames invasivos, ou de alto custo e complexidade. Atenta-se como limitações a carência de estudos grandes que corroborem com os resultados dos artigos expostos nesta revisão, além da carência de estudos cuja a avaliação através da termografia seja realizada em ambientes não controlados. Como resultado, encontra-se a necessidade de realizações de mais pesquisas acerca dos assuntos apresentados.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION. Thermography in neurological and musculoskeletal conditions. *Thermology*, v.2, p.600-607, 1987.
- BANDEIRA, F.; NEVES, E.B.; MOURA, M.A.M.; NOHAMA, P. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. *Rev Bras Med Esporte*. v.20, n.1, p.59-64, 2014.
- BERRY, R.J.; KENNEDY, A.D.; SCOTT S.L.; KYLE, B.L.; SCHAEFER, A.L. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. *Canadian Journal of Animal Science*, v.83, n.4, p.687-693, 2003.
- BOUZIDA, N.; BENDANA, A.; MALDAGUE, X.P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. *Journal of Thermal Biology*, v.34, p.120-126, 2009.
- BRIOSCHI, M.L.; MACEDO, J.F.; MACEDO, R.A.C. Termometria cutânea: novos conceitos. *Jornal Vascular Brasileiro*, v.2, n.2, p.151-160, 2003.
- BRIOSCHI, M.L.; CIMBALISTA, M.J.; NAKAGAWA, C.R. Avaliação intraoperatória da revascularização cardíaca por angiografia térmica coronária: estudo experimental preliminar. *Arquivos de Medicina*, v.1, n.2, p.95-98, 2001.
- DAGLISH, J.; LE JEUNE, S.S.; PYPENDOP, B.H.; RAMIREZ, E.M.; TURNER, T.A. Use of infrared thermography to detect jugular venipuncture in the horse. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.59, p.1-6, 2017.
- DAI, F.; COGI, N.H.; HEINZI, E.U.L.; COSTA, E.D.; CANALI, E.; MINERO, M. Validation of a fear test in sport horses using infrared thermography. *Journal of Veterinary Behavior*. v.10, n.2, p.128-136, 2015.
- EDDY, A.L.; VANHOOGMOED, L.M.; SNYDER, J.R. The Role of Thermography in the Management of Equine Lameness. *Veterinary of Journal*, v.162, n.3, p.172-181, 2001.
- FIGUEIREDO, T.; DZYEKANSKI, B.; PIMPAO, C.T.; SILVEIRA, A.B.; CAPRIGLIONE, L.G.; MICHELOTTO, P.V. Use of infrared thermography to detect intrasynovial injections in horses. *Journal of Equine Veterinary Science* v.33, n.4, p.257-260, 2013.
- FONSECA, B.P.A.; ALVES, A.L.G.; NICOLETTI, J.L.M.; THOMASSIAN, A.; HUSSINI, C.A.; MIKAIL, S. Thermography and Ultrasonography in Back Pain Diagnosis of Equine Athletes. *Journal of Equine Veterinary Science*. v.26, n.11, p.507-516, 2006.
- GRACIANO, D.E. Aplicações da termografia infravermelha na produção animal. 2013. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados. 75p.

LEÃO, J.M.; LIMA, J.A.M.; POSSAS, F.P.; PEREIRA, L.G.R. Uso da termografia infravermelha na pecuária de precisão. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, n.79, 2015.

MOURA, D.J.; MAIA, A.P.; VERCELLINO, RA.; MEDEIROS, A.B.L.; SARUBBI, J. GRISKA, P.R. Uso da termografia infravermelha na análise da termorregulação de cavalo em treinamento. Engenharia Agrícola, v.31, n.1, p.23-32, 2011.

MONTANHOLI, Y.R.; ODONGO, N.E.; SWANSON, K.C.; SCHENKEL, F.S.; McBRIDE, B.W.; MILLER, S. P. Application of infrared thermography as an indicator heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to