

AVALIAÇÃO TERMOGRÁFICA EM EQUINOS: UMA REVISÃO

(Thermographic evaluation in equine: literature review)

Bruna Karollini da Silva ROSA^{1*}; Carlos Afonso de Castro BECK²;
Márcio Poletto FERREIRA²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); ²Dpto de Medicina Animal da Faculdade de Veterinária (FAVET) da UFRGS. E-mail: brunaa_rosa@hotmail.com

RESUMO

A termografia é uma técnica de imagem não invasiva, capaz de medir diretamente a temperatura e detectar o calor emitido pela superfície alvo como radiações infravermelhas. A imagem termográfica é capaz de mensurar a temperatura da pele que reflete o grau de inflamação em tecidos lesionados, e essa habilidade torna o uso válido para auxiliar no diagnóstico e prevenção de doenças em equinos. A vascularização e o suprimento sanguíneo são as bases da representação termográfica. O equipamento é de fácil manuseio e os resultados são fornecidos rapidamente. O termograma normal e detalhado do membro distal foi descrito em equinos, e a técnica possibilita avaliar, em equinos atletas, as injúrias musculoesqueléticas oriundas da rotina de exercícios. Além disso, é uma ferramenta de imagem diagnóstica extremamente útil no diagnóstico precoce de lesões agudas e lesões subclínicas. A termografia é influenciada por fatores ambientais, como temperatura, umidade, radiação solar e movimento de ar convectivo. É necessário estar ciente desses fatores com a finalidade de evitar resultados falso-positivos ou falso-negativos.

Palavras-chave: Diagnóstico por imagem, temperatura, cavalos.

ABSTRACT

Thermography is a non-invasive technique, capable of directly measuring temperature, detecting the heat emitted by the target surface as infrared radiation. The thermographic image can measure skin temperature that reflects the degree of inflammation in injured tissues, and this ability makes its valid use to aid in the diagnosis and prevention of certain conditions in horses. Vascularization and blood supply are the basis of thermographic representation. The procedure is non-invasive, the equipment is easy to handle and results are delivered quickly. The normal and detailed thermogram of the distal limb was described in horses and the technique allows to evaluate, in equine athletes, the musculoskeletal injuries originated from the routine of intense exercises. In addition, it is an extremely useful diagnostic imaging tool for the early diagnosis of acute and subclinical lesions. The thermography is influenced by environmental factors such as ambient temperature, humidity, solar radiation and convective air movement. It is necessary to be aware of these factors to avoid false-positive or negative results.

Key words: Diagnosis by image, temperature, horses.

INTRODUÇÃO

*Endereço para correspondência:
brunaa_rosa@hotmail.com

A termografia é uma técnica não invasiva, capaz de medir diretamente a temperatura, detectando o calor emitido pela superfície alvo como radiações infravermelhas (LEVET *et al.*, 2009). A imagem térmica refere-se à representação gráfica da radiação eletromagnética emitida por uma superfície, sendo esta, transformada em imagem visível (REDAELLI *et al.*, 2014). A imagem da termografia infravermelha é capaz de mensurar a temperatura da pele que reflete o grau de inflamação em tecidos lesionados (RING e AMMER, 2012), e essa habilidade, torna o uso da termografia válido para auxiliar no diagnóstico de certas condições nos equinos (ERBER *et al.*, 2012).

A temperatura superficial é influenciada pelo metabolismo tecidual e pela circulação local, que geralmente são constantes. A vascularização e o suprimento sanguíneo são as bases da representação termográfica, pois a alteração na temperatura superficial é provocada por mudanças na perfusão local (WESTERMANN *et al.*, 2013). A termografia permite avaliação em tempo real nas mudanças que ocorrem no objeto de estudo, criando uma imagem dinâmica. Este método pode detectar temperatura superficial de forma mais objetiva quando comparada ao exame clínico de palpação (REDAELLI *et al.*, 2014). Portanto, o uso da termografia vem tornando-se gradativamente aceito como método de diagnóstico por imagem em equinos (ERBER *et al.*, 2012; NÓBREGA, 2014).

Os primeiros relatos do uso da termografia em equinos são da década de 1980, quando o termograma normal e detalhado do membro distal foi descrito em equinos (TURNER *et al.*, 1986). Desde então, já foram desenvolvidos diversos estudos sobre o assunto, incluindo artigos que descrevem as aplicações da termografia em equinos (SOROKO e HOWELL, 2016), artigos que abrangem achados termográficos relativos a doenças específicas como uveíte (RUSHTON *et al.*, 2015), lesões ortopédicas (SOROKO *et al.*, 2013), além de artigos que avaliam a influência do meio ambiente na realização do exame termográfico (WESTERMANN *et al.*, 2013; SOROKO *et al.*, 2017; QUINTANAR *et al.*, 2018). Nos últimos anos, observou-se a utilidade da termografia por infravermelho tanto no campo diagnóstico como nas avaliações fisiológicas, destacando a característica não invasiva da técnica (REDAELLI *et al.*, 2014). A termografia é uma ferramenta de imagem diagnóstica útil no diagnóstico precoce de lesões agudas e subclínicas (SOROKO *et al.*, 2013). Assim, objetiva-se realizar revisão de literatura das aplicações da termografia tanto em condições de normalidade, quanto nos quadros de doenças em equinos.

PRINCÍPIOS E O USO DA TERMOGRAFIA

A temperatura superficial é influenciada pela circulação local e pelo metabolismo dos tecidos, os quais, geralmente são constantes. Sendo assim, áreas com maior metabolismo têm temperaturas mais altas do que áreas com menor atividade tecidual (REDAELLI *et al.*, 2014). Geralmente, as veias são mais quentes que as artérias, porque drenam o fluxo de áreas metabolicamente ativas e a drenagem venosa de tecidos com alta taxa metabólica e tem temperatura superior à drenagem venosa das áreas com metabolismo normal (OKUMUS e YANMAZ, 2007; KRAFT e ROBERTS, 2001). Durante a inflamação, ocorre o aumento do suprimento sanguíneo, e conseqüentemente, o aumento

*Endereço para correspondência:
brunaa_rosa@hotmail.com

da temperatura, sendo este, um dos principais sinais da inflamação (REDAELLI *et al.*, 2014).

O procedimento é não invasivo, o equipamento é de fácil manuseio e os resultados são fornecidos rapidamente (REDAELLI *et al.*, 2014). A câmera detecta radiação infravermelha emitida pela superfície do corpo e produz imagem em que o gradiente de cor, corresponde à distribuição de temperaturas da superfície. Imagens termográficas são úteis para detectar diferenças nos padrões de distribuição de temperatura dos membros, identificar áreas de inflamação e de estenose vascular, as quais podem, potencialmente, estar associadas à claudicação (WESTERMANN *et al.*, 2013). Traumas ou lesões teciduais causam mudanças na circulação, e a termografia pode detectar "ponto quente" associado à inflamação local ou a lesão pode estar relacionada à diminuição na temperatura causada, por exemplo, por trombose venosa, onde é detectado ponto de temperatura mais baixa (TURNER *et al.*, 1986; OKUMUS *et al.*, 2017; REDAELLI *et al.*, 2014).

A câmera do termógrafo mede a intensidade da radiação infravermelha e este sinal é convertido em forma de energia elétrica por cátodo, que produz imagem em escala de cinza do objeto em exame (KRAFT e ROBERTS, 2001). A intensidade da radiação infravermelha é convertida em nível de cinza e depois, por meio do uso de software, a imagem termográfica é processada e produzida em escala de cores (Fig. 01) (OKUMUS e YANMAZ, 2007; KASTBERGER e STACHI, 2003). O efeito das mudanças do ângulo, distância da câmera e a região de interesse na medição termográfica, assim como a reprodutibilidade de temperaturas determinadas termograficamente nos aspectos distais e laterais dos membros anteriores de 10 cavalos, foi avaliada por WESTERMANN *et al.* (2013). Os autores observaram que as temperaturas determinadas termograficamente, não foram afetadas por mudanças de 20° no ângulo da câmera ou aumento de 0,5mts na distância da câmera em relação aos membros torácicos dos equinos (WESTERMANN *et al.*, 2013). Para obter imagens confiáveis, fatores como o movimento de ar, radiação externa no ambiente, temperatura ambiente e artefatos precisam ser padronizados ou evitados (EDDY *et al.*, 2001).



Figura 01: Foto do procedimento termográfico do membro torácico distal equino, dentro dos padrões da normalidade. Fonte: Arquivo pessoal.

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA AMBIENTE

*Endereço para correspondência:

brunaa_rosa@hotmail.com

A avaliação termográfica das partes distais dos membros é desafiadora pelo papel termorregulador desta região, que é particularmente sensível à temperatura ambiente (WALLSTEN *et al.*, 2012). A influência da temperatura ambiente na temperatura superficial da região distal dos membros vem sendo discutida em vários estudos (PALMER, 1983; MACHADO *et al.*, 2013; WESTERMANN *et al.*, 2012; MACHADO *et al.*, 2013; SOROKO *et al.*, 2016). A termologia é influenciada por fatores ambientais, como temperatura ambiente, umidade, radiação solar e movimento de ar convectivo (EDDYE *et al.*, 2001; WESTERMANN *et al.*, 2012).

Segundo WESTERMANN *et al.* (2012), embora muitos cavalos sejam alojados em locais abertos ou a pasto, é necessário estar ciente desses fatores com a finalidade de evitar resultados falso-positivos ou negativos na termografia. TURNER, 1991; EDDYE *et al.*, 2001, recomendaram a realização de termografia com temperatura ambiente de aproximadamente 20 °C (68 °F) ou em temperaturas <30 °C (<86 °F) para avaliação termográfica em cavalos. Recomenda-se que os cavalos sejam mantidos no espaço do exame de 10 a 20 minutos antes da termografia, para permitir adaptação com a temperatura local (TURNER, 1991).

A temperatura da articulação do carpo e da articulação metacarpofalangeana, de 45 equinos, foi avaliada por MACHADO *et al.* (2013), por meio da termografia, com o objetivo de determinar os valores de referência. Os autores observaram que a comparação da temperatura média das articulações não evidenciou diferença significativa, e as temperaturas para a articulação do carpo e articulação metacarpofalangeana apresentaram diferenças com a variação da temperatura ambiente. Na suspeita de enfermidade articular, sugere-se a comparação da temperatura do membro colateral como referência para determinar se as articulações em estudo apresentam anormalidades (MACHADO *et al.*, 2013).

Segundo TURNER *et al.* (2004), a termografia é capaz de acusar variação de temperatura a partir de 0,2 graus °C, ou seja, até quando não se percebe ao exame clínico de palpação da região (Turner *et al.*, 2004). Este fator exemplifica a importância dos cuidados com o ambiente e com o animal para a realização do exame termográfico (MACHADO *et al.*, 2013). A temperatura na superfície da região distal dos membros torácicos de cavalos, incluindo os cascos, foi medida por WESTERMANN *et al.* (2012), por meio da termografia, durante exposição padronizada ao vento. Os autores observaram que os movimentos de ar, quase imperceptíveis, são capazes de causar diminuição nas temperaturas determinadas termograficamente dos membros anteriores dos equinos.

Para minimizar os efeitos ambientais, em estudo com uso da termografia na avaliação da resposta tecidual de implantes, Nobrega *et al.* (2014), optaram por não deslocar os animais do local onde estavam estabulados e preocuparam-se com o período pré exame, no qual os animais permaneceram tranquilos e sem uso de bandagens. Em contrapartida, em outro estudo com equinos, foram utilizadas salas climatizadas para a realização de avaliação de feridas em equinos, padronizando o local de avaliação e estabilizando a temperatura da pele (LEVET *et al.* 2000). Na metodologia de Levet *et al.* (2000), os animais avaliados estavam nas propriedades de origem e foram trazidos para a

*Endereço para correspondência:

brunaa_rosa@hotmail.com

avaliação, o que dificulta a aclimação e, por isso, foi necessária a padronização de sala com temperatura constante para minimizar os efeitos do meio ambiente nestes animais.

Os resultados de estudo (SOROKO *et al.*, 2017), realizado com o objetivo de descrever a influência da temperatura ambiente sob a temperatura articular em equinos de corrida, reforçam a necessidade de levar em conta a influência da temperatura ambiente na avaliação termográfica da região distal do membro em equinos. Em qualquer temperatura ambiente, a assimetria na temperatura das articulações de mais de alguns décimos de um grau Celsius deve ser considerada patológica, particularmente se o aumento da temperatura persistir na repetição da mensuração.

PADRÕES DE NORMALIDADE TERMOGRÁFICA

Geralmente, os padrões são estabelecidos pela topografia das estruturas anatômicas. Nos aspectos distais dos membros nos equinos, os ossos terceiro metacarpiano e metatarsiano, assim como as articulações metacarpofalangeanas e metatarsofalangeanas, normalmente, possuem a temperatura fria (Fig. 02). Entre os tendões flexores e os ossos terceiro metacarpiano ou metatarsiano, a faixa de temperatura aumentada é atribuída à presença da artéria e da veia palmar digital (TURNER, 1991). O calor nos membros tende a seguir as rotas dos vasos principais, como a veia cefálica na frente e a veia safena na parte caudal (HOLMES *et al.*, 2003).

Para reduzir os efeitos de fontes radiantes de outros objetos, o exame termográfico deve ser realizado em áreas protegidas do sol, além disso, as imagens termográficas devem ser realizadas na ausência de fluxo de ar, pois este pode aumentar a perda de calor do objeto em estudo. Também é importante levar em consideração, o tempo de 15 a 20 minutos, para a adaptação ao ambiente. Artefatos podem ser produzidos por qualquer material na superfície corporal, como sujeira, pêlos, cicatrizes e bandagens (REDAELLI *et al.*, 2014).



Figura 02: Foto do procedimento termográfico do casco equino, dentro dos padrões da normalidade. Fonte: Arquivo pessoal.

PRINCIPAIS ALTERAÇÕES TERMOGRÁFICAS

A termografia é mais sensível que o exame físico da palpação, e pode indicar a presença de áreas anatômicas suspeitas de alterações fisiológicas, embora o médico veterinário deva interpretar as informações obtidas e excluir possíveis resultados falso-positivos (ROSENMEIER *et al.*, 2012). O exame termográfico pode ser considerado um exame fisiológico de diagnóstico por imagem, pois permite avaliação em tempo real nas mudanças que ocorrem, criando uma imagem dinâmica do objeto em estudo (MCGREEVY, 2012). Este método pode detectar temperatura superficial de forma mais objetiva quando comparada ao exame clínico de palpação (HEAD e DYSON, 2001). A segunda forma de usar a termografia é o uso como ferramenta diagnóstica (REDAELLI *et al.*, 2014).

O exercício é acompanhado por produção de calor, uma vez que quase 75% da energia usada pelo aparelho locomotor são dissipadas como calor. O cavalo mantém a temperatura corporal dentro da faixa de 37 a 40 °C, usando mecanismos que incluem termorregulação da dissipação do calor, através da convecção e evaporação de suor que explora a capacidade de diminuir a temperatura da superfície. A termorregulação desempenha papel fundamental durante o exercício, quando a produção de calor aumenta proporcionalmente à intensidade do esforço físico (EPP *et al.*, 2006).

São descritos na literatura relatos da importância da termografia no diagnóstico, de diversas lesões nos membros dos equinos, incluindo laminite (TURNER *et al.*, 2004; ROSENMEIER *et al.*, 2012), síndrome do navicular (SAMPSON *et al.*, 2009), inflamação do joelho (PUROHIT *et al.*, 2006), artrite do tarso (BOWMAN *et al.*, 1983), doença neuromuscular da coluna (VON *et al.*, 1999) e tendinopatias (TURNER, 2001). Em relação aos cascos, Turner *et al.* (2004) relataram o aumento da temperatura superficial na banda coronária em relação ao casco distal e a sola, na fase inicial da laminite. No entanto, Rosenmeier *et al.* (2012), sugeriu que a temperatura da banda coronária de equinos saudáveis pode variar significativamente durante o dia, e que essa variabilidade pode limitar o uso da termografia no diagnóstico de laminite aguda. A síndrome do navicular não está associada à inflamação superficial, os padrões termográficos são normais ou mais frios devido à constrição (SAMPSON *et al.*, 2009).

Os traumas diretos e indiretos são as causas mais importantes de afecção articular nos equinos, o estresse excessivo sobre a cartilagem sadia e o estresse normal sobre a cartilagem anormal, podem iniciar o processo de degeneração articular (MCILWRAITH, 2000). As articulações estão sujeitas a movimentos que causam intensa compressão sobre estas estruturas (RASERA, 2007). Na suspeita de doença articular, Machado *et al.* (2013) sugeriu a comparação da temperatura do membro colateral como referência para determinar se uma das articulações apresenta anormalidades.

Em aplicações neurológicas, os resultados da termografia não são consistentes e devem ser estudados com maior detalhe (REDAELLI *et al.*, 2014), entretanto, Denoix (1994) indicou que as lesões neurológicas causam diminuição na temperatura da superfície corporal. Anormalidades subclínicas dos membros torácicos, associados à tendinopatias e sobrecargas de tendões em cavalos de corrida, podem ser diagnosticadas precocemente

*Endereço para correspondência:

brunaa_rosa@hotmail.com

pela termografia, sendo mais tarde clinicamente confirmadas por exame radiográfico e ultrassonografia (SOROKO *et al.*, 2013).

APLICAÇÃO DA TERMOGRAFIA

A termografia possibilita avaliar, em equinos atletas, as injúrias musculoesqueléticas originadas de intensa rotina de exercícios. Essa informação é útil ao médico veterinário e aos treinadores na preparação dos animais para competições (VAN HOOGMOED e SNYDER, 2002). Os sinais clínicos observados nos equinos com afecções do sistema locomotor podem não ser evidentes, e nesse contexto, o exame termográfico permite a diferenciação de lesões e das regiões envolvidas, pelas alterações de temperatura demonstradas (FIGUEIREDO *et al.*, 2012). A termografia ajuda no tratamento, pois, pode quantificar a regressão da inflamação e monitorar a eficácia da terapia anti-inflamatória (PUROHIT *et al.*, 2006).

A crioterapia é considerada importante no tratamento da laminite aguda no equino (KULLMANN *et al.*, 2014). Nesse contexto, QUINTANAR *et al.* (2018) observou por meio da mensuração da temperatura (termografia) da região do terceiro metacarpiano de equinos, após exercício leve e aplicação de gelo com botas comercialmente disponíveis, que a bota de gelo resfriava suficientemente a região. Posteriormente, um intervalo de confiança de 95% foi criado para representar o tempo médio que levou para o membro resfriado retornar à temperatura média pós-gelo. Sugeriu-se que leva cerca de 15 minutos para a diferença entre as temperaturas do membro resfriado versus o não resfriado chegar a zero, e esses achados forneceram evidências para apoiar a prática comum de usar terapia fria no tratamento de doenças em equinos (QUINTANAR *et al.*, 2018).

Temperaturas oculares de ambos os olhos de cinco cavalos com uveíte unilateral aguda e 10 cavalos normais, foram medidos usando termometria e termografia. Presença e ausência de uveíte aguda foram diagnosticadas através de exame oftalmológico completo. Os resultados evidenciaram que os olhos uveíticos não são significativamente mais quentes do que os olhos não uveíticos na termografia ocular, entretanto, foi notada tendência para o aumento da temperatura ocular nos olhos uveíticos, sendo concluído que o estudo teve fatores limitantes e que são necessários mais estudos, como por exemplo, com uveíte induzida experimentalmente (RUSHTON *et al.*, 2015).

A TERMOGRAFIA E OS OUTROS MEIOS DE DIAGNÓSTICO

A ausência de radiação ionizante emitida tanto para o paciente como para o operador, é uma das vantagens da termografia comparada a outros métodos de diagnóstico por imagem (HOOGMOED *et al.*, 2000; BASILE *et al.*, 2010). Atualmente, existem diversas técnicas para monitorar injúrias ósseas e para estudar o processo de inflamação aguda. A imagem térmica é capaz de mensurar a temperatura da pele que reflete o grau de inflamação em tecidos lesionados (NÓBREGA, 2014). O uso da termografia vem

*Endereço para correspondência:

brunaa_rosa@hotmail.com

tornando-se aceito como método de diagnóstico por imagem em equinos (ERBER *et al.*, 2012).

Em estudo realizado por EDDY *et al.* (2001) foram utilizados 64 cavalos com claudicação, sendo que, 15 animais foram avaliados por meio da ultrassonografia, 20 animais por cintilografia nuclear e 29 submetidos ao estudo radiográfico. Em 62,5% dos casos, a termografia foi sensível para detectar o local das injúrias. O termograma identifica área de interesse onde outras técnicas de imagem, como a ultrassonografia ou a radiologia, podem ser usadas como complementação ao diagnóstico (ARRUDA, 2011). Segundo Erber *et al.* (2012), outros usos da termografia incluem o monitoramento de procedimentos clínicos, como o uso de certas drogas, terapia de choque e avaliação de fraturas. A termografia também pode ser usada em programas de antidoping, como proposto pela Federação Equestre Internacional (FEI Veterinary Regulations 12th ed., janeiro de 2012, Anexo XI). A orientação é que os quatro membros dos equinos devem ser examinados pela técnica da termografia, antes e após a prova, e que na presença de assimetrias de imagem entre as mesmas regiões de membros contralaterais, pontos quentes, frios ou regiões dolorosas desclassificam o animal na competição.

O exame radiográfico pode indicar determinadas lesões ósseas apenas após 45 dias, onde as alterações visibilizadas são conseqüentes da destruição da cartilagem articular e do envolvimento ósseo secundário. Devido a isto, as mudanças iniciais da doença degenerativa articular podem não ser observadas nos exames radiográficos (ER) (Morgan, 1968). Em contrapartida, a termografia é ferramenta de imagem diagnóstica útil de lesões agudas e lesões subclínicas (REDAELLI *et al.*, 2014). A carga imposta à articulação dos equinos em treinamento pode provocar sinovite, sendo a maior intensidade nas três horas após o término da atividade esportiva e retornando aos valores basais somente após 24 horas (RASERA, 2007). Com a persistência da inflamação, a consequência é o desenvolvimento da osteoartrite ou doença degenerativa articular, onde as alterações vistas nos ER, já afetam o desempenho atlético do equino (TURNER, 2001).

Como já mencionado, dentro das técnicas de diagnóstico por imagem, a termografia em particular, tem a vantagem de ser o menos invasiva (QUINTANAR *et al.*, 2018). A capacidade da termografia em detectar o desenvolvimento da inflamação tem sido demonstrada por vários estudos. Esta técnica é capaz de apontar o início da inflamação, quando relacionadas ao aparato musculoesquelético, antes do exame clínico e outras técnicas de imagem (REDAELLI *et al.*, 2014). Segundo Sage (2002) e Turner (2001), a termografia, a anestesia regional e intra-articular e o exame físico, relacionam-se satisfatoriamente para o diagnóstico na claudicação da articulação metacarpofalangeana de equinos. A detecção da síndrome navicular foi revolucionada nos últimos anos por avanços na ressonância magnética, entretanto, a termografia pode demonstrar temperatura diminuída na região do talão devido à contração (SAMPSON *et al.*, 2009).

CONCLUSÕES

*Endereço para correspondência:

brunaa_rosa@hotmail.com

A termografia pode desempenhar um importante complemento na detecção precoce das patologias (SOROKO *et al.*, 2013), conseqüentemente, ajuda na prevenção de condições patológicas e pode evitar perdas associadas a um diagnóstico tardio (TURNER *et al.*, 2001). A termografia tem a capacidade de fornecer informações da localização da lesão, mas, sua especificidade ou sensibilidade podem ser limitadas, sendo assim, mais válido associar a outras modalidades de diagnóstico por imagem (BOUZAS *et al.*, 2014). O aumento do desempenho da câmera e o custo reduzido torna a termografia mais acessível, permitindo que mais cavalos e proprietários se beneficiem desta modalidade de imagem não invasiva e não ionizante (SOROKO e HOWELL, 2018).

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, T.Z. Thermographic assessment of saddles used on jumping horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.31, p.625-629, 2011.
- BASILE, R.C.; BASILE, M.T.; ALBERNAZ, R.M.; PEREIRA, M.C.; ARAÚJO, R.; FERRAZ, G.C.; QUIROZ-NETO A. Guia prático de exames termográficos em equinos. *Brazilian Journal of Equine Medicine*, v.31, p.24-28, 2010.
- BOUZAS, M.J.C; ANDRADE, F.A; GOMES, M.D; SOUZA, S.F; MAGNO, A.; COSTA, C. Thermographic profile of soccer players' lower limbs. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, v.7, p.1-6, 2014.
- BOWMAN, K.F.; PUROHIT, R.C.; GANJAM, V.K.; PECHMAN, J.R.D.; VAUGHAN, J.T.; Thermographic evaluation of corticosteroid efficacy in amphotericin B - induced arthritis in ponies. *American Journal and Veterinary Research*, v.44, p.51-6, 1983.
- DENOIX, J.M. Diagnostic techniques for identification and documentation of tendon and ligament injuries. *Veterinary Clinical North America Equine Practice*, v.10, p.365-407, 1994.
- EDDY, A.L.; HOOGMOED, V.L.M.; SNYDER, J.R. The role of thermography in the management of equine lameness. *Veterinary Journal*. V.162, p.172-181, 2001.
- EPP, T.; GAUGHAN, E.M.; SIMON, E.L.; SPIRE, M. Influence of exercise on thermographically determined surface temperatures of thoracic and pelvic limbs in horses. *Journao of American Veterinary Medicin Association*, v.229, p.1940-1944, 2006.
- ERBER, R. Physiological and behavioural responses of young horse to hot iron branding and microchip implantation. *Veterinary Journal*, v.191, p.171-175, 2012.
- HEAD, M.J.; DYSON, S. Talking the temperature of equine thermography. *Veterinary Journal*, v.162, n.3, p.166-167, 2001.
- HOLMES, L.C.; GAUGHAN, E.M.; GORONDY, D.A; HOGGE, S.; SPIRE, M.F. The effect of perineural anesthesia on infrared thermographic images of the forelimb digits of normal horses. *Canadian Veterinary Journal*, v.44, p.392-396, 2003.

*Endereço para correspondência:

brunaa_rosa@hotmail.com

HOOGMOED, V.L.M.; SNYDER, J.R. Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. *The Veterinary Journal*, v.164, n.2, p.129-141, 2002.

HOOGMOED, L.; SNYDER, J.R.; ALLEN, A.K.; WALDSMITH, J.D. Use of infrared thermography to detect performanceenhancing techniques in horses. *Equine Veterinary Education*, v.12, n.2, p.102-107, 2000.

KRAFT, S.L.; ROBERTS, G.D. Modern diagnostic imaging. *Veterinary Clinics North America Equine Practice*, v.17, n.1, p.93-113, 2001.

LEVET, T.; MARTENS, A.; DEVISSCHER, L.; DUCHATEAU, L.; BOGAERT, L.; VLAMINCK, L. Distal limb cast sores in horses: risk factors and early detection using thermography. *Equine Veterinary Journal*, v.41, n.1, p.18-23, 2009.

MACHADO, L.F.S.; DITTRICH, R.L.; PAVELSKI, M.; AFONSO, A.M.C.F.; DECONTO, I.; DORNBUSCH, P.T. Padronização do exame termográfico nas articulações do carpo e metacarpofalangeana de cavalos em treinamento. *Archives of Veterinary Science*, v.18, n.4, p.40-45, 2013.

MCGREEVY, P. The effect of double bridles and jaw-clamping crank nosebands on temperature of eyes and facial skin of horses. *Journal of Veterinary Behaviour*, v.7, p.142-148, 2012.

MCILWRAITH, C.W. Osteoarthritis (Degenerative Joint Disease). In: Bain-Fallon Memorial Lectures, 22, Melbourne. Artarmon: Australian Equine Veterinary Association, p.46-96, 2000.

NÓBREGA, F.S.; FERREIRA, M.P.; FACO, L.L.; SELIM, M.B.; ZOPPA, A.L.V. Uso da termografia para avaliação da resposta tecidual após implante de polímero a base de poliuretano de mamona em osso III metacarpiano de equinos. *Acta Scientiae Veterinariae (Online)*, v.42, p.1246-1250, 2014.

OKUMUS, Z.; YANMAZ, L.E. Instrumentation of thermography and its applications in horses. *Journal of Animal Veterinary Advances*, v.6, p.858-862, 2007.

PALMER, S.E.; Effect of ambient temperature upon the surface temperature of equine limb. *American Journal of Veterinary Research*, v.44, 1098-1101, 1983.

PUROHIT, R.C.; PASCOE, D.D.; TURNER, T.A. use of infrared imaging in veterinary medicine. In: BRONZINO, J.D. editor. *The biomedical engineering handbook*. Boca Raton: CRC Press Taylor and Francis Publication, p.1-8, 2006.

QUINTANAR, N. Thermodynamic effects of commercially available ice boots. Madison, Tess Pu'uwaionalani Millar and Matthew A. Burd. Department of Animal Science, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA 93401, USA, *Open Veterinary Journal*, v.8, v.1, p.5-8, 2018.

RASERA, L.; RASERA, L.; MACORIS D.G.; CANOLA J.C.; AITA, A.C.; GOMES, T.L.S. Alterações radiográficas e ultra-sonográficas iniciais em osteoartrite experimental

*Endereço para correspondência:

brunaa_rosa@hotmail.com

equina. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.3, p.634-640, 2007.

RING, E.F.; AMMER, K. Infrared thermal imaging in medicine. *Physiological Measurement*, v.33, n.3, p.33-46, 2012.

REDAELLI, V.; BERGERO, D.; ZUCCA, E.; FERRUCCI, F.; NANNI, L.; CROSTA, L.; LUZI, F. Use of thermography techniques in equines: principles and applications. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.34, n.3, p.345-350, 2014.

SOROKO, M.; HOWELL, L.; DUDEK, K. The influence of breed, age, gender, training level and ambient temperature on forelimb and back temperature in racehorses. In: *Application of infrared thermography in sports science: Quesada, J.I.P., Spring, 2017, p.265-275.*

ROSENMEIER, J.G.; STRATHE, A.B.; ANDERSEN, P.H. Evaluation of coronary band temperatures in healthy horses. *American Journal of Veterinary Research*, v.73, n.5, p.719-723, 2012.

SAMPSON, S.N.; SCHNEIDER, R.K.; GAVIN, P.R.; HO, C.P.; TUCKER, R.L.; CHARLES, E.M. Magnetic resonance imaging findings in horses with recent onset navicular syndrome but without radiographic abnormalities. *Veterinary Radiology Ultrasound*, v.50, p.339-46, 2009.

SCHWEINITZ, D.G. Thermographic diagnosis in equine back pain. *Veterinary Clinical North America Equine Practice*, v.15, p.161-177, 1999.

TURNER, T.A.; PUHORIT, R.C.; FESSLER, J.F.; Thermography: A review in equine medicine. *Compendium on Continuing Education Practising Veterinary*, v.8, p.855-861, 1986.

TURNER, T.A. Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. *Veterinary Clinical North America Equine Practice*, v.7, p.311-338, 1991.

TURNER, T. A.; WALDSMITH, J. K.; WILSON, J. H.; How to assess saddle fit in horses. *Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 2004, Denver, Colorado, USA.*

WALLSTEN, H.; OLSSON, K.; DAHLBORN, K. Temperature regulation in horses during exercise and recovery in a cool environment. *Acta Veterinaria Scandinavia*, v.54, p.42-47, 2012.

WESTERMANN S.; STANEK, C.; SCHRAMEL, J.P.; ION, A.; BUCHNER, H.H. The effect of airflow on thermographically determined temperature of the distal forelimb of the horse. *Equine Veterinary Journal*, v.45, p.637-641, 2013.