

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CÂMPUS DE ARAÇATUBA

**UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA PARA
PESQUISA DE ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA DOS
CASCOS DE CAVALOS APÓS FERRAGEAMENTO A
QUENTE**

Taís Casonato Rodrigues

Médica Veterinária

ARAÇATUBA – SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CÂMPUS DE ARAÇATUBA

**UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA PARA
PESQUISA DE ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA DOS
CASCO DE CAVALOS APÓS FERRAGEAMENTO A
QUENTE**

Taís Casonato Rodrigues

Orientadora: Professora Adjunto Juliana Regina Peiró

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Fisiopatologia Médica e Cirúrgica).

ARAÇATUBA – SP

2018

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da FMVA / UNESP
Bibliotecária Responsável: Ana Claudia M. Grieger Manzatti - CRB8-6315

R696u Rodrigues, Taís Casonato
Utilização da termografia infravermelha para pesquisa de alterações na temperatura dos cascos de cavalos após ferrageamento a quente / Taís Casonato Rodrigues. – Araçatuba: [s.n.], 2018.
46 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba.
Orientadora: Profa. Adjunto Juliana Regina Peiró

1. Equinos 2. Termografia 3. Ferradura I. Título

CDD 636.10896



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Utilização da termografia infravermelha para pesquisa de alterações na temperatura dos cascos de cavalos após ferrageamento a quente

AUTORA: TAÍS CASONATO RODRIGUES

ORIENTADORA: JULIANA REGINA PEIRO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA ANIMAL, área: Fisiopatologia Médica e Cirúrgica pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. JULIANA REGINA PEIRO
Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/Unesp


Dra. LINA MARIA WEHRLE GOMIDE
Doutora em Medicina Veterinária pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal/Unesp



Profa. Dra. FERNANDA BOVINO
Curso de Medicina Veterinária / Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina/FEA

Araçatuba, 27 de fevereiro de 2018.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

TAÍS CASONATO RODRIGUES – Natural de Piracicaba, São Paulo, nascida em 16 de fevereiro de 1981, filha de Maria Eunice Casonato Rodrigues e Paulo Madureira Rodrigues. Graduada em Medicina Veterinária na Universidade Estadual de Londrina - UEL (2003-2008). Residência em Clínica e Cirurgia de Grandes Animais na Universidade Federal do Paraná – UFPR (2010-2012). Ingressou no mestrado em 2015, no programa de Pós-graduação em Ciência Animal, área de Fisiopatologia Médica e Cirúrgica, na Faculdade de Medicina Veterinária, Unesp, Campus de Araçatuba-SP, com bolsa concedida pela CAPES.

AGRADECIMENTOS

Principalmente ao Deus que creio, que tenho intrínseca devoção, ao qual entrego os dias do acordar ao jazer, a quem me faz suportar o assolo com vigor e que preenche meu coração com compaixão para perdoar os desapiedados. Ao Deus, razão de minha vida e detentor de meu maior amor, muito obrigada.

A toda minha família, em especial para: pai Paulo, mãe Nice, minhas irmãs: Dé, Rá e Pri, tio Nando, tia Zezé, vó Tati, Cris e minhas forcinhas motrizes Breno, Laura e Maria Clara, obrigada pelo amor, carinho, apoio e palavras de conforto.

Ao Ricardo, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando com paciência e amor.

A minha orientadora Professora Adjunta Juliana Regina Peiró pela orientação, por me permitir fazer parte de suas pesquisas, por me fazer mais forte, por mostrar que quando se tem dedicação e vontade de aprender, tudo é possível.

A professora Lina, por me permitir fazer parte de suas pesquisas, pela paciência de ensinar e por tornar possível a vinda dos animais para o experimento.

Ao professor Juca por conceder os animais ao experimento.

Ao Eduardo e ao Max por colaborarem com a coleta de dados.

Aos meus amigos: Paulinha, Alan, Priscila, Michelle, Aline, Monally, Thaís, Alessandro, Mariana, Walter, Luís, entre tantos muito especiais, pelo apoio, amor, torcida e ajuda.

Ao querido professor Deconto, que semeou o renovo da pesquisa em meu coração, deixando sempre contestações a serem refletidas, com finalidade de proporcionar cura e bem-estar aos cavalos.

Aos professores membros da banca de qualificação que contribuíram com suas elucidações.

As bibliotecárias Ana Claudia e Isabel e aos demais funcionários da biblioteca pela solicitude.

Aos funcionários da pós-graduação Isabella, Joelmir e Daniela, por sempre estarem dispostos a ajudar e atentos aos meus prazos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado por dezesseis meses.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, pela oportunidade oferecida para a realização do curso de mestrado.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram na execução dessa pesquisa, sem vocês nada disso seria possível!

Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	09
1 Introdução ao ferrageamento.....	09
2 Aplicações da termografia.....	11
3 Objetivo.....	15
REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO 2 - UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA PARA PESQUISA DE ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA DOS CASCOS DE CAVALOS APÓS FERRAGEAMENTO A QUENTE.....	24
1 Introdução.....	24
2 Material e Métodos.....	25
2.1 Seleção dos animais.....	25
2.2 Parâmetros vitais.....	26
2.3 Termografia infravermelha.....	26
2.4 Análise estatística.....	28
3 Resultados.....	29
4 Discussão.....	35
5 Conclusão.....	38
6 Agradecimentos.....	39
REFERÊNCIAS.....	39

UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA PARA PESQUISA DE ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA DOS CASCOS DE CAVALOS APÓS FERRAGEAMENTO A QUENTE

Resumo – Sete equinos hígidos, de ambos sexos, foram utilizados para este experimento, com objeto de avaliarmos as diferenças de temperatura do casco do animal, antes e após o ferrageamento a quente, com auxílio de termógrafo infravermelho, por duas avaliações com intervalo de 45 entre elas. O teste t de Student pareado foi escolhido para análise estatística, e foram considerados valores significativos para diferentes momentos do ferrageamento quando $p < 0,05$. Houve diferença significativa de temperatura em quase todas imagens realizadas do casco quando comparadas as temperaturas anteriores e posteriores ao ferrageamento a quente. Embora as temperaturas tenham se elevado após ferrageamento, este aumento não ultrapassou a temperatura corpórea fisiológica ($37,5^{\circ}\text{C}$ - $38,5^{\circ}\text{C}$). Não houve danos ao estojo córneo como linhas de estresse e rachaduras. Não houve falha no crescimento do casco entre os ferrageamentos. Os animais não manifestaram dor, e tão pouco alteram o comportamento durante o procedimento. Os parâmetros vitais não apresentaram diferença significativa entre os momentos. Por estes resultados, é possível aventar que o ferrageamento a quente é uma prática segura e não causa danos ao casco.

Capítulo 1

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

O conhecimento do sistema locomotor do cavalo é essencial, uma vez que, ele é praticamente a fonte da existência da espécie. Esta premissa enfatiza a importância do casco: “No hoof, no horse” (MISHRA; LEACH, 1983).

Após a domesticação do cavalo, há 5000 - 6000 mil anos, a responsabilidade do equilíbrio do casco dos equinos passou a ser do homem. Os gregos acreditavam que a criação de cavalos com cascos de boa qualidade dispensava o uso de ferradura. Os romanos criaram a hipossandália para proteger os cascos de seus animais nas batalhas. As primeiras ferraduras de ferro foram feitas há 2000 anos, pelos celtas, e são muito semelhantes às atuais (BACK; PILLE, 2013).

É de suma importância a manutenção de um casco saudável por meio de casqueamento e ferrageamento corretos, principalmente por existirem inúmeras patologias decorrentes da falta de conservação do casco (FARIA, 2010).

O ferrageamento pode ser um promotor de saúde, auxiliando no desempenho e a integridade do cavalo. A escolha da ferradura deve ser apropriada para o tamanho do casco do animal, resistente para suportar a concussão com o solo, porém, não muito pesada, a ponto de afetar a passada e a agilidade do equino, fornecer proteção adequada e favorecer o deslocamento (STASHAK et al., 2006).

2 Introdução ao ferrageamento

O casco é um estojo córneo que envolve as falanges distal e parte da média, osso navicular, ligamentos, tendões, vasos sanguíneos e nervos (THOMASSIAN, 2005; STASHAK et al., 2006), coxim digital, cartilagens alares e bursa podotrocLEAR (STASHAK et al., 2006).

O pé do cavalo, no repouso, é a estrutura de sustentação do corpo, no movimento, base de propulsão dos posteriores e recepção dos anteriores. Ele recebe toda resultante física do trabalho muscular e tendíneo, sob forma de pressão, tração e torção (THOMASSIAN, 2005), inicia a dissipação de forças de concussão, quando o casco toca o solo (MISHRA; LEACH, 1983; THOMASSIAN, 2005).

Durante a locomoção, o solo reage com força contrária à exercida pelo casco em contato com ele, esta força tem direção e magnitude (PARKS, 2012; BACK; PILLE, 2013) e sua repetição excessiva induz o desenvolvimento de processos patológicos.

O conhecimento sobre essas forças permite modulá-las por meio de práticas de manutenção de casqueamento e ferrageamento corretos (BACK; PILLE, 2013; FARIA, 2010).

No animal de conformação ideal, o centro de gravidade do casco é o mesmo que do membro (STASHAK et al., 2006). O equilíbrio podal refere-se à relação entre o casco, suas estruturas relacionadas, o solo e o aparelho locomotor equino. O desequilíbrio tanto dorso-palmar/plantar quanto médio-lateral dessa condição gera a imposição desproporcional das forças atuantes no dígito equino (ROBERTO; SOUZA, 2014), predispondo a severas condições patológicas (FARIA, 2010).

Os fatores mais importantes em relação à origem de claudicações estão relacionados a defeitos na conformação do animal e ao desequilíbrio do casco, o qual resulta fundamentalmente de práticas inadequadas de casqueamento e ferrageamento. Portanto, é de extrema importância que os cuidados com o casco estabeleçam o seu equilíbrio (SCHADE et al., 2012).

Qualquer erro no casqueamento e ferrageamento pode acarretar distorções ao casco, por isso, mínimas modificações na ferradura podem causar danos ao equilíbrio do animal (CASTELIJNS, 2012) e influenciar no impacto biomecânico (HAGEN et al., 2017). A escolha da ferradura deve respeitar a conformação, a superfície de trabalho e a prática esportiva a qual o animal é submetido (CASTELIJNS, 2012). A superfície do solo tem efeitos na biomecânica das ferraduras (HAGEN et al., 2017).

O casqueamento e ferrageamento agem sobre o casco e estruturas adjacentes distribuindo o peso sobre o membro. Isso determinará a distribuição medial/lateral de forças sobre o esqueleto, assim como as forças aplicadas em ligamentos e tendões. Se essas práticas não estabelecerem o equilíbrio, a distribuição do peso na porção distal do membro será alterada (CANTO, 2004).

Antes de dar início ao ferrageamento, o animal deve ser observado ao passo e ao trote, por todos os ângulos, de modo a analisar como eleva, aterrissa e movimentam os cascos. A colocação da ferradura favorece o conforto do animal, proporcionando equilíbrio, sustentação e proteção (STASHAK et al., 2006).

A colocação da ferradura respeita alguns princípios básicos como, equilíbrio do casco, estático e dinâmico, alinhamento de pinça e talões, equilíbrio dorso palmar/plantar e médio-lateral, comprimento do casco, nivelamento da parede, concavidade da sola, forma e simetria entre os pares anteriores e posteriores (STASHAK et al., 2006; ZÚCCARI, 2013).

A escolha da ferradura varia de acordo com a modalidade esportiva a qual o animal é proposto. Ferro, alumínio, titânio, plástico e aço revestido por plástico ou borracha são alguns dos materiais utilizados para sua confecção (CANTO, 2004).

A ferradura deve ser apropriada para o tamanho do casco, resistente para suportar a concussão com o solo, porém, não muito pesada, a ponto de afetar a passada e a agilidade do equino. Elas devem fornecer proteção adequada e favorecer o deslocamento do animal (STASHAK et al., 2006).

Existem dois métodos de colocação de ferradura, a quente e a frio. A frio, a ferradura é posta no cavalo sem aquecimento, já a quente, pode ser moldada a partir de uma ferradura comercial, ou completamente forjada, de modo exclusivo, para melhor ajuste ao casco. Pode também ser feita a combinação com as duas técnicas (McCALL, 2009; STASHAK et al., 2006).

3 Aplicações da termografia

Em 1800, William Herschell descobriu a radiação térmica infravermelha, por meio do estudo das faixas espectrais da luz visível e observou a presença de uma radiação calorífica invisível, abaixo da luz vermelha conspícua. Em 1840, seu filho John, fez a primeira imagem termográfica. Desde então, a termografia passou a ser utilizada para detecção de armamento bélico, uso civil e mais tarde, com propósito diagnóstico na medicina (ANDRADE FILHO, 1999).

A termografia é a representação pictórica da temperatura da superfície de qualquer objeto, capaz de captar a emissão de calor. Um termograma médico representa as temperaturas da superfície da pele, o que torna essa técnica útil para a detecção de áreas de inflamação (VALDÉS-MARTÍNEZ; PARK, 2011).

Por meio da termografia, um processo inflamatório pode ser detectado uma a duas semanas anteriormente à detecção clínica, favorecendo o diagnóstico precoce de lesões (PUROHIT et al., 1980; MOGG; POLLITT, 1992; SOROKO et al., 2013; HARPER, 2000) e permitindo intervenções terapêuticas prévias, trazendo bem-estar aos animais e minimizando perdas econômicas decorrentes dos processos dolorosos (WOOD et al., 2015).

Em virtude de a temperatura da pele refletir o estado do metabolismo do tecido subjacente e da circulação sanguínea, padrões térmicos anormais podem significar áreas de inflamação (HEAD; DYSON, 2001; van HOOGMOED; SNYDER, 2002).

Dois padrões distintos de imagens térmicas podem ser sugestivos de lesões: áreas quentes e frias. As primeiras são causadas por aumento de temperatura local, decorrentes processos inflamatórios, a segunda, causada secundariamente ou não à alguma patologia que leva a uma vasoconstrição, resultando em isquemia (TURNER, 2001, apud ALVES et al., 2007).

Em humanos, é comumente utilizada na medicina esportiva para triagem de lesões, quantificação de cargas, medidas de acompanhamento, auxílio no esclarecimento da ligação entre as distribuições de temperaturas assimétricas, alterações fisiopatológicas e severidade da lesão (CORTÊ; HERNANDEZ, 2016).

Na medicina veterinária o uso da termografia é amplo, sendo aplicado como auxílio diagnóstico, prognóstico, preventivo (ROBERTO; SOUZA, 2014) e reabilitação (HARPER, 2000; SIMON et al., 2006), em avaliações de bem-estar térmico em recintos de zoológicos e instalações de animais de produção, também, na escolha de materiais adequados para construção de instalações e como subsídio para escolha da melhor silagem a ser utilizada (ROBERTO; SOUZA, 2014).

Desde 1960 a termografia tem sido utilizada como ferramenta de diagnóstico na medicina equina, especialmente para detecção de lesões inflamatórias dos membros distais (HARPER, 2000; WESTERMANN et al., 2013), por ser um método rápido (EDDY et al., 2001; WESTERMANN et al., 2013), não invasivo, indolor, por não emitir radiação ionizante, além de detectar precocemente lesões, inclusive em animais de difícil manejo (FERREIRA et al., 2016).

A capacidade de avaliar de forma não invasiva alterações inflamatórias, faz dessa técnica uma ferramenta de imagem ideal para auxiliar no diagnóstico de lesões com potencial para causar claudicação em equinos (EDDY et al., 2001; HOLMES et al., 2003; VALDÉS-MARTÍNEZ; PARK, 2011).

A técnica mede as emissões de calor, valendo-se de uma câmera desenvolvida para detectar diferentes graduações de temperatura, facilitando a localização de áreas em que o tecido se encontra inflamado. Outra vantagem desse procedimento é avaliar o equilíbrio do casco. Se o casco está desbalanceado e atinge o chão de forma desuniforme, um calor desigual será gerado com o atrito do casco com o solo. Tal como acontece com qualquer claudicação, equilibrar o casco é

essencial para reduzir a tensão sobre as cápsulas sinoviais, estojo córneo, ossos, tendões, ligamentos e articulações (TURNER, 2003).

Para se obter um diagnóstico seguro com o uso do termógrafo, são necessários alguns cuidados, como; treinamento para manuseio correto do aparelho e para leitura do mesmo, instalações que permitam a padronização de temperatura, com valores previamente estabelecidos, e preparo do paciente (FERREIRA et al., 2016).

A hora do dia, o ciclo circadiano, o tempo em que o animal se encontra em estação, a higiene e umidade do local, influenciam na leitura do termógrafo (WOOD et al., 2015).

O emprego da termografia tem auxiliado na multiplicidade de diagnósticos do sistema locomotor, principalmente quando os sinais não são evidentes no exame de claudicação e não há presença de alterações locais. Estas imagens delineiam a área acometida de modo assertivo (TURNER, 1991; FIGUEIREDO et al., 2012), auxiliam quais exames imagiológicos complementares devem ser solicitados (FIGUEIREDO et al., 2012), além de contribuir com o acompanhamento do sucesso terapêutico (TURNER, 1991). Ela, ainda, auxilia na reabilitação do animal, evitando alta e retorno das atividades precocemente (FIGUEIREDO et al., 2012).

Quando comparadas temperaturas de cascos de bovinos que apresentavam lesões com àquelas de cascos saudios, são evidenciadas diferenças entre os padrões térmicos, além de diferenças de temperatura entre doenças distintas. Verificou-se que após o casqueamento as temperaturas dos cascos com enfermidades diminuíram (WOOD et al., 2015).

A termografia mostrou-se eficiente na captação da temperatura corpórea superficial do cavalo, em associação a termorregulação em animais submetidos ao exercício (MOURA et al., 2011).

As alterações de temperatura corporal são influenciadas por diversas situações, como elevações na temperatura e umidade ambiental, prática de exercícios, ingestão de dieta calórica, baixa funcionalidade vasodilatadora, processos inflamatórios, entre outros (TITTO et al., 2009).

O aumento da temperatura de cavalos foi verificado durante o exercício, associados ao aumento de frequência cardíaca, respiratória e temperatura retal. A temperatura desses animais também foi avaliada por termografia, que demonstrou aumento de temperatura da pele, principalmente virilha e axila, com vasodilatação local (MOURA et al., 2011).

A termografia é sensível em detectar a presença de inflamação superficial dos cascos, e é um dos métodos de auxílio diagnóstico por imagem mais úteis clinicamente (BATHE, 2011; WESTERMANN et al., 2013). Alterações como abscesso subsolear ou infecções na banda coronariana resultam em evidente elevação da temperatura; hematomas e abrasões subsoleares também podem estar associados com aumentos de temperatura nos cascos. A termografia pode ser muito útil em auxiliar a otimizar a eficiência do exame de claudicação, especialmente próximo a competições. Também pode ser útil para avaliar o equilíbrio do casco. Quando um cavalo utilizando ferraduras de metal é trotado em uma superfície dura e imediatamente avaliado por termografia, o lado que está suportando maior carga parece mais quente. Naqueles animais com desequilíbrio mediolateral evidente que apoiam a parede lateral primeiro e depois a parede medial durante o apoio do peso, podem apresentar aumento de temperatura da banda coronariana medialmente em relação ao lado que apoiou o casco primeiro (BATHE, 2011).

As regiões mais quentes do membro distal de um animal sadio estão adjacentes ao plexo arteriovenoso coronário e ao cório lamelar, próximos a muralha do casco. A região da banda coronária geralmente é 1°C ou 2°C mais elevada que o casco em si. A linha média dos bulbos dos talões também é mais aquecida. Em detrimento deste aquecimento, fica mais difícil detectar processos inflamatórios nesta área, assim, torna-se imprescindível a termografia comparativa entre os quatro cascos, com mais de uma projeção. Outro auxílio deste exame é para diferenciação de processos inflamatórios, por exemplo: na síndrome do navicular o fluxo caudal do casco diminui em contraste com abscessos, fraturas e hematomas (TURNER, 1991).

Diferença limiar de temperatura superior a 1,25°C é indicativo de processo inflamatório subclínico, quando comparada à mesma área de membros diferentes. O mesmo não vale quando ambas superfícies se encontram inflamadas, neste caso, é necessária a comparação da região afetada com a região sadia do mesmo membro (SOROKO et al., 2013). Turner (1991) considera a diferença de 1°C entre uma região e a sua contralateral significativa, para declarar a região com temperatura aumentada inflamada. Nas doenças inflamatórias do casco, como a laminite, a temperatura do casco se iguala a da banda coronária, que fisiologicamente mais elevada.

Há estrita relação entre temperatura do ambiente e temperatura da superfície corpórea (MACHADO et al., 2013; SOROKO et al., 2017). Como a temperatura

ambiente controla a termorregulação, podemos ao longo do ano encontrar grandes diferenças de temperatura na mesma articulação sadia. A distribuição de temperatura nos membros contralaterais é simétrica, demonstrando igual distribuição circulatória (SOROKO et al., 2017).

Existe a necessidade de uma sala de padronização para exames, com temperatura e umidade controladas com aclimação prévia do animal (TURNER, 1991). Soroko et al. (2017), relatam a dificuldade de padronização de uma temperatura padrão dos animais saudáveis quando estes estão sendo avaliados em condições ambientais, com pouco controle sobre as variáveis (vento, umidade, radiação solar, temperatura). Em humanos, as salas são climatizadas entre 18°C e 25°C, com controle de umidade, ausência de vento e incidência solar; as pessoas ficam entre 15 e 20 minutos se aclimatando além de estarem em jejum por pelo menos 8h (ANDRADE FILHO, 1999).

Para tentar diminuir as diferenças de temperatura relatadas em animais, Wood et al (2015) fizeram uma constante para avaliação da temperatura do casco saudável com a temperatura ambiental média de 13,6°C. Foi observado que para cada alteração referente ao aumento de 1°C, a temperatura real do casco eleva mais ou menos 0,28°C, já quando o casco apresentar lesões, aumentará 0,62°C.

Por ser uma técnica bidimensional e não radiante, apresenta a desvantagem da limitação física, pois, refere-se apenas às estruturas superficiais (CORTÊ; HERNANDEZ, 2016).

4 OBJETIVO

Avaliar as alterações de temperatura em diferentes regiões da superfície solear (pinças, quartos e talões) e da coroa do casco (medial, lateral e dorsal) de equinos, provocadas pelo ferrageamento a quente a cada 45 dias, no total de duas avaliações, com auxílio da termografia infravermelha.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.L.G.; FONSECA B.P.A.; THOMASSIAN A.; NICOLETTI J.L.M.; HUSSNI C.A.; SILVEIRA V.F. Lombalgia em eqüinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.44, n.3, p.191-199, 2007.

ANDRADE FILHO, A.C. Teletermografia: princípios físicos, fisiológicos e fisiopatológicos da produção da imagem e suas indicações na clínica de dor e reabilitação. **Acta Fisiátrica**, v.6, n.2, p.55-59, 1999.

WILLEM, B.; PILLE, F. The role of the hoof and shoeing: **Equine Locomotion**. 2^a ed. London: W.B. Saunders, 2013. p.147.

BATHE, A.P. Thermography: use in equine lameness. In: Diagnosis and management of lameness in the horse. Eds. ROSS, M.W.; DYSON, S.J. **Elsevier**, p. 266-269, 2011.

CANTO, L.S. Frequência de problemas de equilíbrio nos cascos em cavalos crioulos em treinamento. 43f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2004.

CASTELIJNS, H.H. The Basics of Farriery as a Prelude to Therapeutic Farriery. **Vet. Clin. Equine**, v. 28, p.313–331, 2012.

CÔRTE, A. C. R.; HERNANDEZ, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Ver. Bras. Med. Esporte**, v.22, n.4, p.315-319, 2016.

DYSON, S.J.; MURRAY, R.; SCHRAMME, M.C. Lameness associated with foot pain: results of magnetic resonance imaging in 199 horses (January 2001-December 2003) and response to treatment. **Equine Veterinary Journal**, v.37, n.2, p.113–121, 2005.

EDDY, A.L; VAN HOOGMOED, L.M; SNYDER, J.R. The role of thermography in the management of equine lameness. **The Veterinary Journal**, v.162, n.3, p.172-81, 2001.

FARIA, M. B. Avaliação do equilíbrio podal na espécie eqüina (*Equus caballus*). 42f., (monografia) - Medicina Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

FERREIRA, K.D.; ÁVILA FILHO, S.H; BERTOLINO, J.F. et al. Termografia por infravermelho em medicina veterinária. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.23, p.1298-1313, 2016.

FIGUEIREDO, T.; DZYEKANSKI, B.; KUNZ, J. et al. A importância do exame termográfico na avaliação do aparato locomotor em equinos atletas. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n.18, 2012.

HAGEN, J.; HÜPPLER, M.; GEIGER, S.M. et al. Modifying the height of horseshoes: Effects of wedge shoes, studs, and rocker shoes on the phalangeal alignment, pressure distribution, and hoof-ground contact during motion. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.53, p.8–18, 2017.

HARPER, D. L. The value of infrared thermography in a diagnosis and prognosis of injuries in animals. In: Proceedings of Inflammation, Orlando, USA; p.115-122, 2000.
HEAD M.J.; DYSON S. Talking the temperature of equine thermography. **The Veterinary Journal**, v.162, n.3, p.166-167, 2001.

HOLMES, L.C.; GAUGHAN, E.M.; GORONDY, D.A. et al. The effect of perineural anesthesia on infrared thermographic images of the forelimb digits of normal horses. **The Canadian Veterinary Journal**, v.44, n.5, p.392-96, 2003.

KÖING, H. E. **Anatomia dos animais domésticos**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p.669-677.

MACHADO, L.F.S. et al. Padronização do exame termográfico nas articulações do carpo e metacarpofalangeanas de cavalos em treinamento. **Archives of Veterinary Science**, v.18, n.4, p.40-45, 2013.

McCALL, Y.G. Horse hoof measuring and shoeing template. United States Patent. Patent N°: US 7,596,875 B2, 2009.

MISHRA, P.C.; LEACH, D.H. Extrinsic and intrinsic veins of the equine hoof wall. **J. Anat**, v.136, n.3, p.543-560, 1983.

MOGG K.C.; POLLITTI C.C. Hoof and distal limb surface temperature in the normal pony under constant and changing ambient temperatures. **Equine Veterinary Journal**, v.24, n.2, p.134-139, 1992.

MOURA, D.J.; MAIA, A.P.A., VERCELLINO, R.A. et al. Uso da termografia infravermelha na análise da termorregulação de cavalos em treinamento. **Eng. Agríc**, v.31, n.1, p.23-32, 2011.

PARKS, A. H. Form and function of the equine digit. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 19, n. 2, p. 285-307, 2003.

PARKS, A.H. Therapeutic Farriery: One Veterinarian's Perspective. **Vet Clin Equine**, v.28, p. 333–350, 2012.

PUROHIT R.C.; McCOY M.D.; BERGFELD W.A. Thermographic diagnosis of horner's syndrome in the horse. **American Journal Veterinary Research**, v.41, n.8, p.1180-1182, 1980.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **J Anim Behav Biometeorol** v.2, n.3, p.73-84, 2014.

SCHADE, J.; BALDISSERA, R.; PAOLINI, E. et al. Biometria do equilíbrio podal em equinos de tração pertencentes ao programa "Amigo do Carroceiro" do centro de ciências agroveterinárias da universidade do Estado de Santa Catarina no município de Lages/SC, Brasil, **Ciência Rural**, v.43, n.3, p.456-61, 2013.

SIMON, E.L.; GAUGHAN, E.M.; EPP, T. et al. Influence of exercise on thermographically determined surface temperatures of thoracic and pelvic limbs in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.229, n.12, p.1940-44, 2006.

SOROKO, M.; HENKLEWSKI, R.; FILIPOWSKI, H. The effectiveness of thermographic analysis in equine orthopedics. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.33, p.760-762, 2013.

SOROKO, M.; HOWELLB, K.; DUDEKC, K. The effect of ambient temperature on infrared thermographic images of joints in the distal forelimbs of healthy racehorses. **Journal of Thermal Biology**, v.66, p.63-67, 2017.

STASHAK, T.S.; HILL, C.; KLIMESH, R.; OVNICEK, G. Cuidados com os cascos e colocação de ferraduras para equilíbrio e integridade: **Claudicação em equinos segundo Adams**. 5ª ed. São Paulo: Roca, 2006. p.1021-1029.

THOMASSIAN, A. **Enfermidade dos Cavalos: Afecções do aparelho locomotor**. 4ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 2005. p.161-162.

TITTO, E.A.L.; PEREIRA, A.M.F.; TOLEDO, L.R.A. et al. Concentração de eletrólitos em equinos submetidos a diferentes temperaturas. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.1, p.236-.244, 2009.

TURNER, T. A. Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. **Veterinary Clinics of North America. Equine Practice**, v.7, n.2, p.311-337, 1991.

TURNER, T. A. Diagnostic thermography. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, v. 17, p. 95-113, 2001.

TURNER, T.A. Thermography: Use in Equine Lameness. In: Ross MW; Dyson SJ., editors. In: **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. Saint Louis: W.B. Saunders; 2003. p. 236-239.

VALDÉS-MARTÍNEZ A, PARK R.D. Diagnostic Procedures. In: Baxter GM, editor. **Adams and Stashak's lameness in horses**. 6ª ed.: Wiley-Blackwell, 2011. p.1272.

VAN HOOGMOED, L.M.; SNYDER, JACK R. Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. **The Veterinary Journal**, v.164, n.2, p.129-41, 2002.

WESTERMANN, S; STANEK, C; SCHAMEL, J.P. et al. The effect of airflow on thermographically determined temperature of the distal forelimb of the horse. **Equine Veterinary Journal**, v.45, n.5, p.637-41, 2013.

WOOD, S.; LIN, Y.; KNOWLES, T.G.; MAIN, D.C.J. Infrared thermometry for lesion monitoring in cattle lameness. **Veterinary Record**, v.176, p.308-311, 2015.

ZÚCCARI, C.E.S.N. Avaliação do equilíbrio do casco equino. 25f. Tese (Iniciação Científica) - Programa Institucional de Iniciação Científica, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-UFMS, 2013.

Capítulo 2

CAPÍTULO 2 - UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA PARA PESQUISA DE ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA DOS CASCOS DE CAVALOS APÓS FERRAGEAMENTO A QUENTE

T. C. RODRIGUES, M. S. GONZAGA, E. M. PANELLI, L. M. W. GOMIDE, F.L.F. FEITOSA, L.C.N. MENDES, J. R. PEIRÓ

RESUMO – A termografia tem sido amplamente utilizada na medicina veterinária, principalmente como auxílio diagnóstico, prognóstico e preventivo. Este trabalho procurou observar a temperatura dos cascos, dos membros torácicos, antes e após o ferrageamento a quente, com auxílio de um termógrafo, para estabelecermos um padrão de temperatura após o ferrageamento e sugerirmos se o mesmo pode acarretar danos ao estojo córneo do equino. Embora a ferradura forjada atinja temperaturas altíssimas, a elevação da temperatura do casco após ferrageamento a quente, não foi superior a valores da temperatura fisiológica. Com base no comportamento inalterado durante o procedimento, manutenção dos valores normais nos exames físicos e com a conservação do crescimento do casco, entre um ferrageamento e outro, é possível aventar que o ferrageamento a quente é uma prática segura e não causa danos ao casco.

Palavras-Chave: equinos, ferradura, termografia

USE OF INFRARED THERMOGRAPHY FOR RESEARCH OF CHANGES IN TEMPERATURE OF HORSES HOOVES AFTER HOT SHOERING.

SUMMARY – Thermography has been widely used in veterinary medicine, mainly in diagnostic, prognostic and preventive aid. The aim of this study was to observe the temperature of toracic hooves, the anterior limbs, before and after the hot fitting, with the help of a thermograph, to establish a temperature pattern after the shoeing and to infer if it can cause damages to the hoof equine. Although the forged horseshoe reaches very high temperatures, the hoof temperature rise did not exceed physiological temperature values. Based on the maintenance behavior during the procedure, maintenance of the normal values in the physical examinations and with the conservation of the hoof growth, between one shoeing and another, it is possible to infer that the hot fitting is a safe practice and does not cause damage to the hoof.

Keywords: equine, horseshoe, thermography

1 Introdução

O casco do equino, no repouso, é a estrutura de sustentação do corpo, e no movimento, base de propulsão dos posteriores e recepção dos anteriores. Ele, recebe toda resultante física do trabalho muscular e tendíneo, sob forma de pressão, tração e torção (THOMASSIAN, 2005).

O equilíbrio podal refere-se à relação entre o casco, suas estruturas relacionadas, o solo e o aparelho locomotor equino (STASHAK et al., 2006). O desequilíbrio, tanto dorso-palmar/plantar quanto médio-lateral dessa condição gera a imposição desproporcional das forças atuantes no dígito equino, predispondo a severas condições patológicas (FARIA, 2010).

O ferrageamento favorece o conforto do animal, proporciona equilíbrio, sustentação e proteção (STASHAK et al., 2006). A colocação da ferradura respeita princípios básicos como equilíbrio do casco, estático e dinâmico, alinhamento de pinça e talões, equilíbrio dorso palmar/plantar e médio-lateral, comprimento do casco,

nivelamento da parede, concavidade da sola, forma e simetria entre os pares anteriores e posteriores (STASHAK et al., 2006; ZÚCCARI 2013).

Existem dois métodos de colocação de ferradura, a quente e a frio. A frio, a ferradura é posta no cavalo sem aquecimento, já a quente, ela pode ser moldada a partir de uma ferradura comercial, ou completamente forjada, de modo exclusivo, para melhor ajuste ao casco. Pode também ser feita a combinação com as duas técnicas (STASHAK et al., 2006).

O emprego da termografia tem auxiliado na multiplicidade de diagnósticos do sistema locomotor, principalmente quando os sinais não são evidentes no exame de claudicação e não há presença de alterações locais. Estas imagens direcionam a área acometida de modo assertivo, auxiliam quais exames imaginológicos complementares devem ser solicitados (FIGUEIREDO et al., 2012), além de contribuir com o acompanhamento do sucesso terapêutico (TURNER, 1991; SIMON et al., 2006). O uso desta técnica também auxilia na reabilitação, evitando alta e retorno das atividades precocemente (FIGUEIREDO et al., 2012).

A termografia mostrou-se eficaz quando foram comparadas temperaturas de cascos de bovinos que apresentavam lesões com àquelas de cascos sadios, mostrando diferença entre os padrões térmicos, além de diferenças de temperatura entre doenças distintas. Verificou-se que após o casqueamento as temperaturas dos cascos com enfermidades diminuiriam (WOOD et al., 2015).

Como a termografia é uma técnica que capta a dissipação de calor por meio de ondas infravermelhas dependentes do fluxo e volume sanguíneo circulante, qualquer alteração da mesma pode ser captada mediante as alterações circulatórias (vasodilatação ou vasoconstrição) (ANDRADE FILHO, 1999). Estas imagens são úteis não apenas para detecção de processos inflamatórios clínicos ou subclínicos (FERREIRA et al., 2016; SIMON et al., 2006), presença de estresse (ROBERTO; SOUZA, 2014), trombos, mas também para avaliação da temperatura para fins experimentais (FERREIRA et al., 2016).

O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações de temperaturas em diferentes regiões da superfície solear (pinças, quartos e talões) e da coroa do casco (medial, lateral e dorsal) de equinos provocadas pelo ferrageamento a quente a cada 45 dias, no total de duas avaliações, com auxílio da termografia infravermelha.

2 Material e métodos

A realização deste estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal Local.

2.1 Seleção dos animais

Sete equinos atletas, hígdos, da raça Árabe, de ambos os sexos, com idade entre três e doze anos, provenientes da cidade de Jaboticabal, SP.

Todos os animais foram mantidos em piquetes de Tifton (*Cynodon spp.*) com água *ad libitum*. Os animais foram submetidos a exame físico geral para avaliação da higidez e exame físico específico do sistema locomotor de acordo com os métodos de Alves (2014).

2.2 Parâmetros vitais

Foi realizada aferição da frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal de todos os animais (com auxílio de termômetro digital), antes e após 15 minutos da realização do ferrageamento a quente, em cada dia de ferrageamento.

2.3 Termografia infravermelha

Os equinos foram levados do piquete até as cocheiras, onde permaneceram por 30 minutos, para aclimatação, antes de serem feitas as primeiras imagens com o termógrafo infravermelho¹ a uma distância padronizada (1 m) da região a ser capturada. Antes das imagens serem feitas, a higienização dos cascos foi realizada.

Dois ferrageamentos foram realizados com intervalo de 45 dias. A cada procedimento foram registradas duas imagens termográficas dos cascos dos membros torácicos dos equinos, referentes a dois momentos distintos (M0 – momento anterior ao ferrageamento; M15 – 15 minutos após o ferrageamento).

As regiões avaliadas pelo termógrafo infravermelho¹ foram a superfície solear (pinças, quartos e talões) e coroa do casco (medial, lateral e dorsal), antes e após quinze minutos do ferrageamento a quente, nos membros torácicos (Figuras 1 e 2). As imagens termográficas foram analisadas por “software” específico². Na Figura 1, temos a representação das regiões avaliadas, nas quais o “software” nos relata a temperatura mínima e máxima de cada área, permitindo estabelecer a média das mesmas. Para a obtenção da temperatura da região dos quartos da superfície solear, foi realizada a média aritmética dos valores das faces lateral e medial. Os valores de temperatura e umidade do ambiente e do piso de cimento foram adicionados ao “software” para normalização da temperatura aferida em cada região.

Após um período de 30 minutos de aclimação, foram documentadas as primeiras imagens termográficas, na sequência, o casqueamento foi realizado por um médico veterinário ferrador certificado no Brasil e Estados Unidos. Ainda por ele, as medidas foram tomadas de ambos os cascos dos membros torácicos para iniciar a confecção das ferraduras para equilíbrio natural, moldadas em barras de alumínio. O ferrageamento foi efetuado entre 7h30min e 10h da manhã.

As ferraduras foram feitas concomitantemente para haver pouca diferença de tempo entre o término de uma e outra, e o momento da colocação das mesmas nos cascos. Passados quinze minutos após o término do ferrageamento a quente, as imagens termográficas foram realizadas.

¹ FLIR i60 – FLIR Systems – Suécia

² FLIR Quick Report 1.2 – 2009 / FLIR systems – Suécia

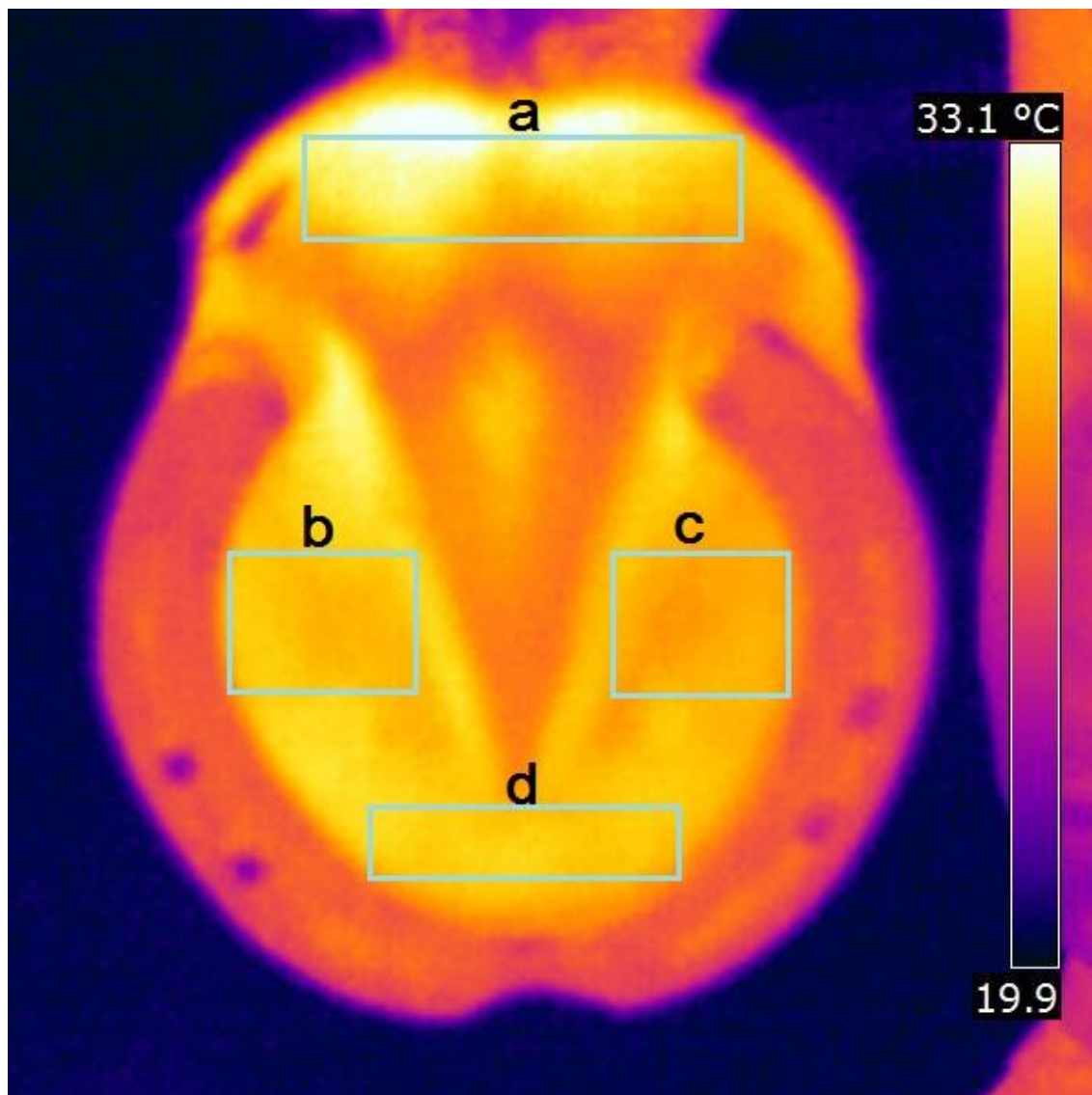


Figura 1. Regiões avaliadas para obtenção da temperatura local por termografia infravermelha (a) talões, (b) quarto lateral, (c) quarto medial e (d) pinça.

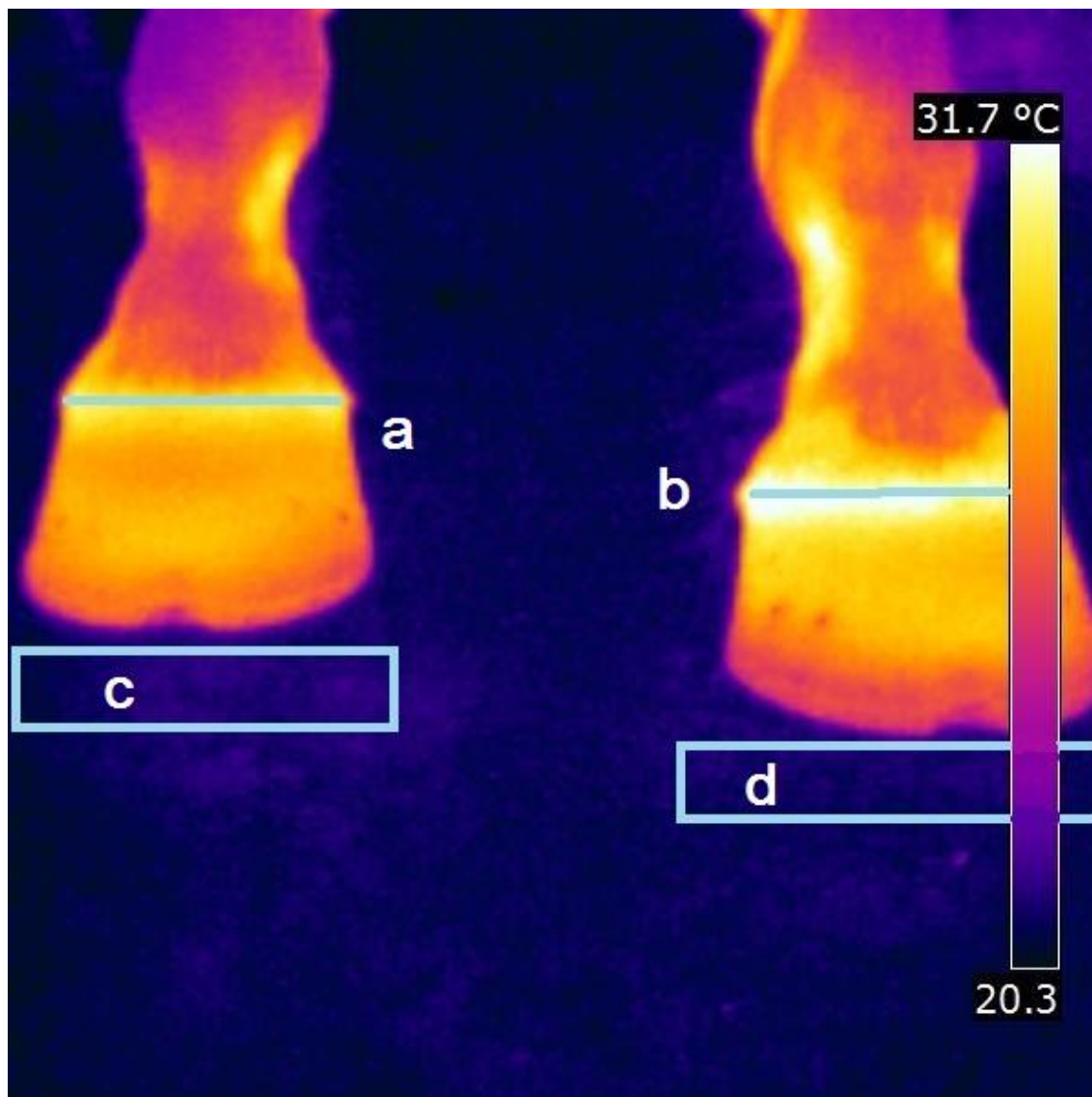


Figura 2. Regiões avaliadas para obtenção da temperatura local por termografia infravermelha (a) coroa do MTD, (b) coroa do MTE, (c) e (d) piso, sendo a mesma temperatura para ambos os cascos.

2.7 Análise estatística

Os dados obtidos para cada parâmetro estudado, nos diferentes grupos experimentais, foram digitados em planilha Excel, seguida da comparação das diferenças entre as médias antes e depois do ferrageamento a quente pelo teste t de Student para amostras pareadas. Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão. Os dados foram considerados significativos quando $P < 0,05$ para diferentes momentos, no mesmo ferrageamento.

3 Resultados

As tabelas a seguir (Tabelas: 1, 2, 3 e 4) mostram a média e o desvio padrão das temperaturas dos cascos, nos momentos M0 e M15 dos membros torácicos e os gráficos explanam as diferenças de temperaturas ocorridas entre os momentos do ferrageamento.

A média e o desvio padrão da temperatura do piso no primeiro ferrageamento no membro torácico esquerdo foram $20,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ antes do ferrageamento e após $22,2 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ respectivamente. No segundo ferrageamento a quente, ainda no membro torácico esquerdo, a média e o desvio padrão foram $20,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ antes do ferrageamento e após $22,2 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ respectivamente. A média e o desvio padrão da temperatura do piso no primeiro ferrageamento no membro torácico direito foram $20,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ antes do ferrageamento e após $22,0 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$ respectivamente. No segundo ferrageamento a quente, ainda no membro torácico direito, a média e o desvio padrão foram $18,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ antes do ferrageamento e após $20,1 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ respectivamente.

As tabelas (Tabelas:1 e 2) abaixo mostram a médias e o desvio padrão das diferentes regiões da superfície solear, nos momentos M0 e M15 do 1º e 2º ferrageamento, dos membros torácicos.

Tabela 1- Média e desvio padrão das regiões soleares, antes e após o 1º ferrageamento a quente, do M.T.E e M.T.D, de equinos

1º FERRAGEAMENTO								
M.T.E.					M.T.D			
REGIÕES SOLEARES								
Local	M0	DP M0	M15	DP M15	M0	DP M0	M15	DP M15
Pinça	22,5	±1,4	30,7	±1,4	21,7	±0,6	31,0	±1,6
Média Quartos	23,4	±1,8	30,6	±1,2	22,2	±0,7	30,8	±1,2
Talões	25,1	±3,5	31,4	±1,5	23,5	±1,7	32,0	±1,3
Média	23,6		30,9		22,5		31,3	

Tabela 2- Média e desvio padrão das regiões soleares, antes e após o 2º ferrageamento a quente, do M.T.E e M.T.D, de equinos

2º FERRAGEAMENTO								
M.T.E.					M.T.D			
REGIÕES SOLEARES								
Local	M0	DP M0	M15	DP M15	M0	DP M0	M15	DP M15
Pinça	19,9	±5,3	22,6	±4,6	18,0	±1,2	22,8	±4,2
Média Quartos	19,8	±5,2	22,8	±5,1	18,1	±1,4	22,5	±4,3
Talões	20,0	±6,3	22,0	±6,0	18,0	±1,6	21,5	±4,8
Média	19,9		22,4		18,0		22,3	

Elevações na temperatura na região da pinça da superfície solear do casco foram observadas no momento M15 em comparação ao momento (M0) tanto no primeiro (Gráfico 1a) quanto no segundo ferrageamento (Gráfico 1b).

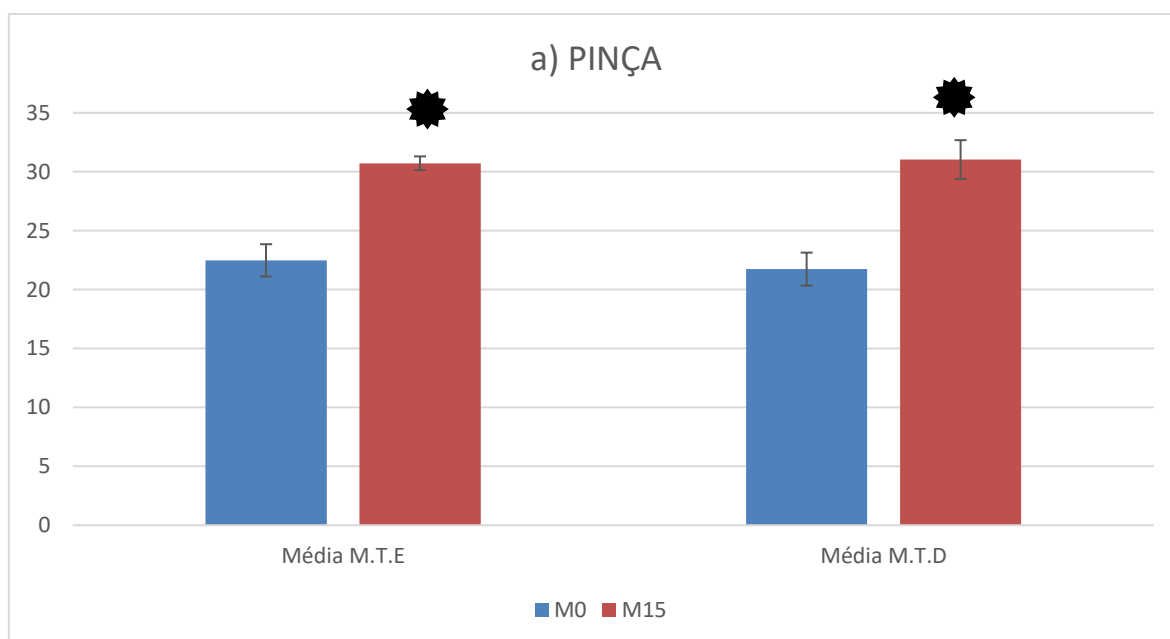


Gráfico 1a – Média e desvio padrão das temperaturas da pinça da superfície solear do casco após o primeiro ferrageamento dos M.T.E e M.T.D. * indicam diferenças significativas entre os momentos M0 e M15 para cada membro (teste t pareado, $p < 0,05$).

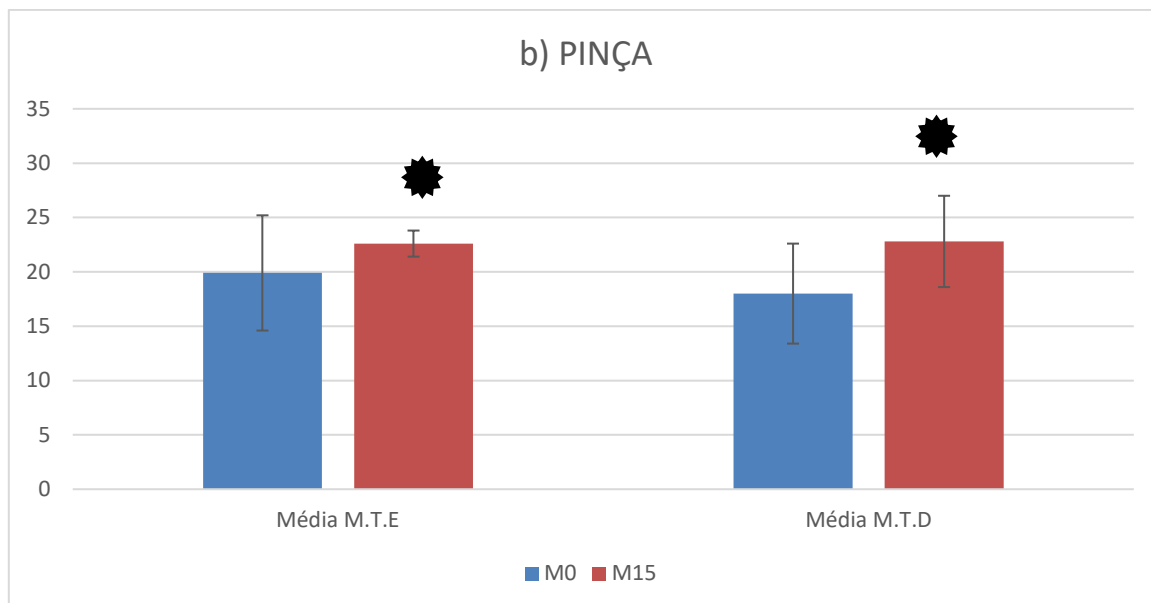


Gráfico 1b – Média e desvio padrão das temperaturas da pinça da superfície solear do casco após o segundo ferrageamento dos M.T.E e M.T.D. * indicam diferenças significativas entre os momentos M0 e M15 para cada membro (teste t pareado, $p < 0,05$).

Elevações na temperatura na região dos quartos da superfície solear do casco foram observadas no momento M15 em comparação ao momento (M0) tanto no primeiro (Gráfico 2a) quanto no segundo (Gráfico 2b) ferrageamento.

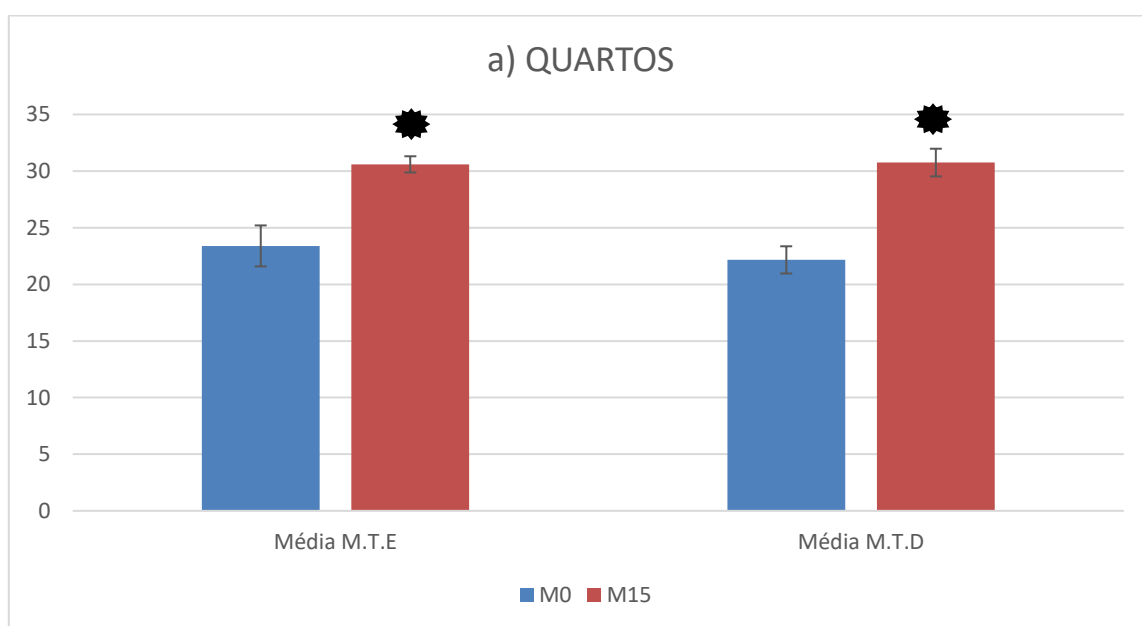


Gráfico 2a – Média e desvio padrão das temperaturas dos quartos da superfície solear do casco após o primeiro ferrageamento dos M.T.E e M.T.D. * indicam diferenças significativas entre os momentos M0 e M15 para cada membro (teste t pareado, $p < 0,05$).

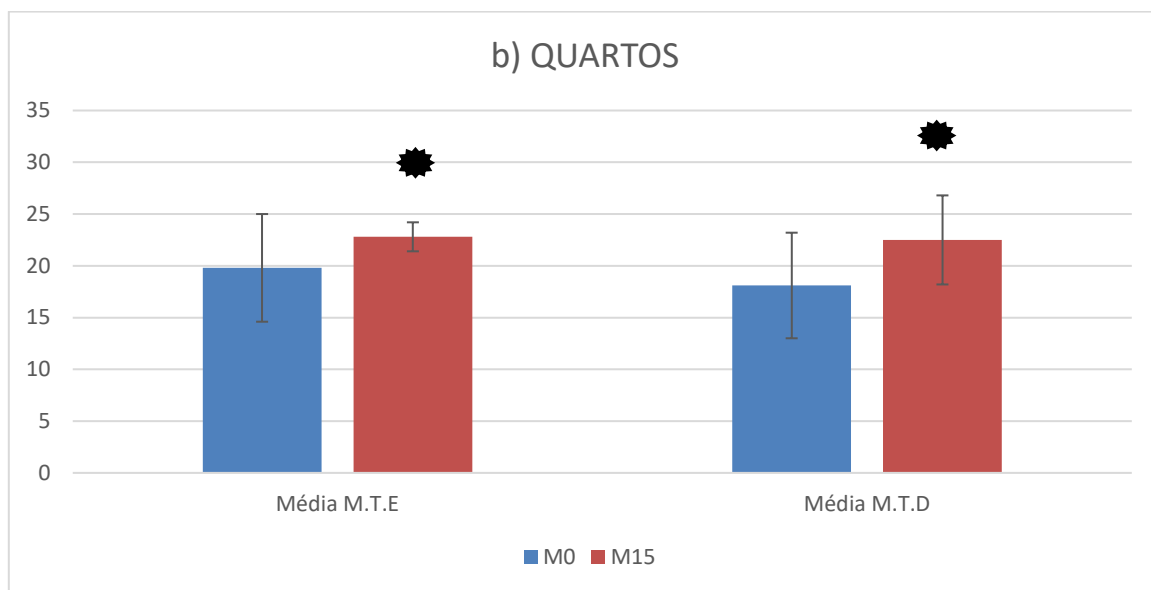


Gráfico 2b – Média e desvio padrão das temperaturas dos quartos da superfície solear do casco após o segundo ferrageamento dos M.T.E e M.T.D. * indicam diferenças significativas entre os momentos M0 e M15 para cada membro (teste t pareado, $p < 0,05$).

Elevações na temperatura na região dos talões do casco foram observadas no momento M15 em comparação ao momento (M0) tanto no primeiro (Gráfico 3a) quanto no segundo (Gráfico 3b) ferrageamento.

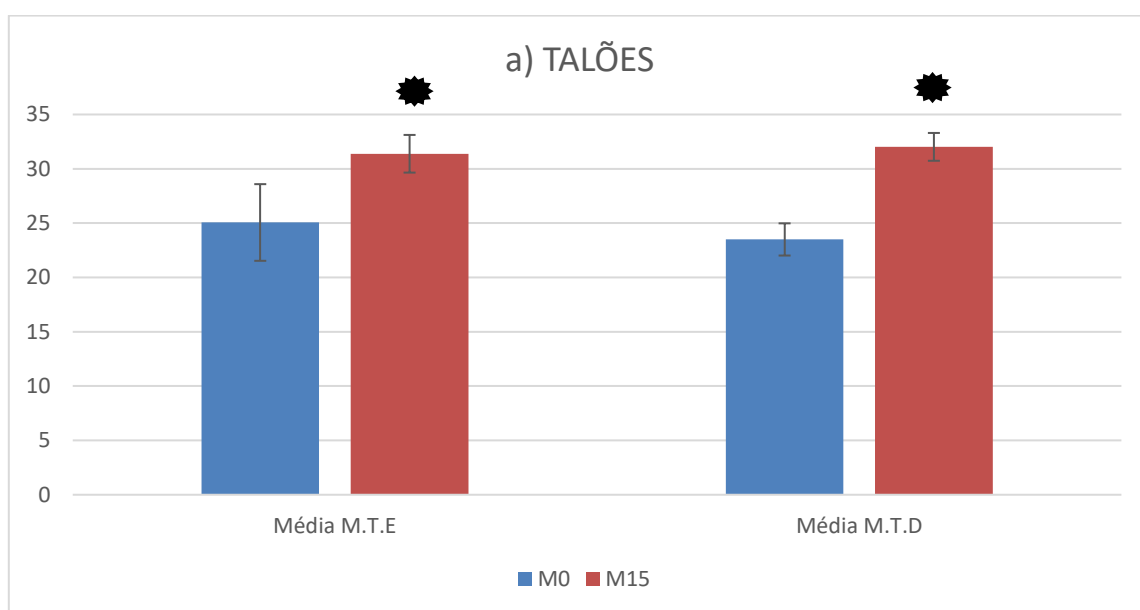


Gráfico 3a Média e desvio padrão das temperaturas dos talões da superfície solear do casco após o primeiro ferrageamento dos M.T.E e M.T.D. * indicam diferenças significativas entre os momentos M0 e M15 para cada membro (teste t pareado, $p < 0,05$).

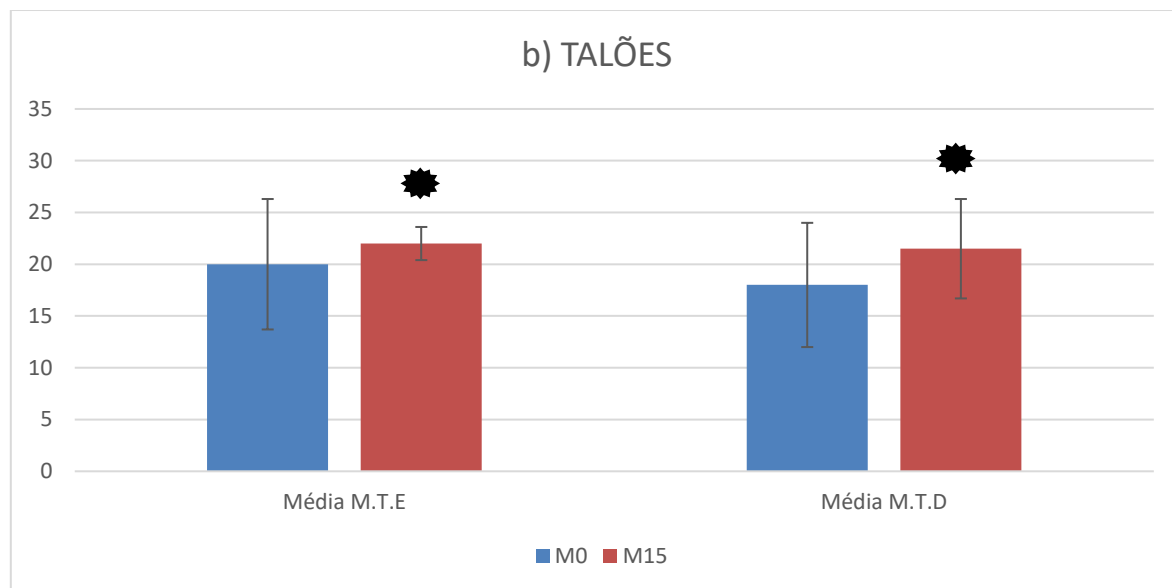


Gráfico 3b - Média e desvio padrão das temperaturas dos talões da superfície solear do casco após o segundo ferrageamento dos M.T.E e M.T.D. * indicam diferenças significativas entre os momentos M0 e M15 para cada membro (teste t pareado, $p < 0,05$).

As tabelas (Tabelas:3 e 4) abaixo mostram a médias e o desvio padrão das diferentes regiões da coroa, antes e após o 1º e 2º ferrageamentos, dos membros torácicos.

Tabela 3 - Média e desvio padrão das regiões da coroa, antes e após o 1º ferrageamento a quente do M.T.E e M.T.D, de equinos

1º FERRAGEAMENTO								
M.T.E.				M.T.D				
COROA								
Local	M0	DP M0	M15	DP M15	M0	DP M0	M15	DP M15
Lateral	25,1	±3,7	32,4	±1,4	23,4	±2,2	32,6	±1,4
Medial	25,4	±3,3	32,6	±1,1	23,1	±1,1	32,1	±1,5
Dorsal	23,2	±1,4	32,3	±1,7	22,4	±1,0	31,9	±2,0
Média	24,6		32,4		23,0		32,2	

Tabela 4 - Média e desvio padrão da coroa, antes e após o 2º ferrageamento a quente do M.T.E e M.T.D, de equinos

2º FERRAGEAMENTO								
M.T.E.				M.T.D				
COROA								
Local	M0	DP M0	M15	DV M15	M0	DP M0	M15	DV M15
Lateral	20,7	±6,4	22,9	±6,0	18,4	±2,0	23,5	±5,8
Medial	20,1	±5,5	23,5	±6,0	18,9	±1,9	23,4	±5,7
Dorsal	20,7	±6,4	24,1	±6,4	18,4	±2,0	23,8	±6,2
Média	20,5		23,5		18,5		23,6	

Elevações na temperatura da coroa do casco (faces: dorsal, lateral e medial) foram observadas no momento M15 em comparação ao momento (M0) tanto no primeiro (Gráfico 4a) quanto no segundo (Gráfico 4b) ferrageamento, com diferença significativa, apenas nos membros torácicos direito destes animais.

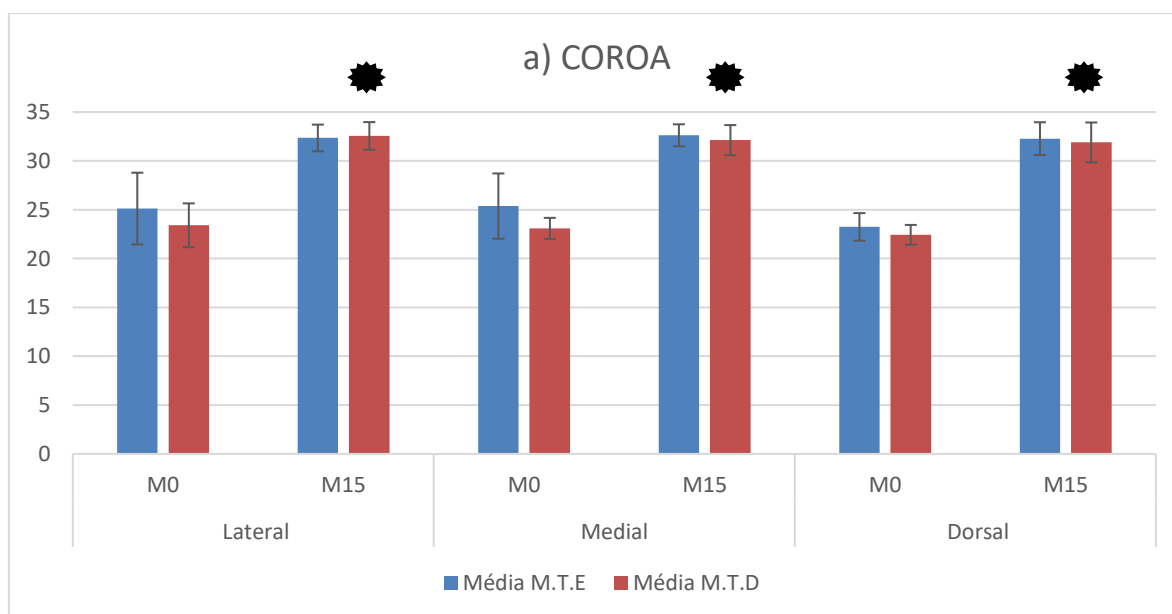


FIGURA 4a - Média e desvio padrão das temperaturas da coroa do casco (faces: dorsal, lateral e medial) após o primeiro (a) ferrageamento. 🌟 indicam diferenças significativas entre os momentos M0 e M15 para cada membro (teste t pareado, $p < 0,05$).

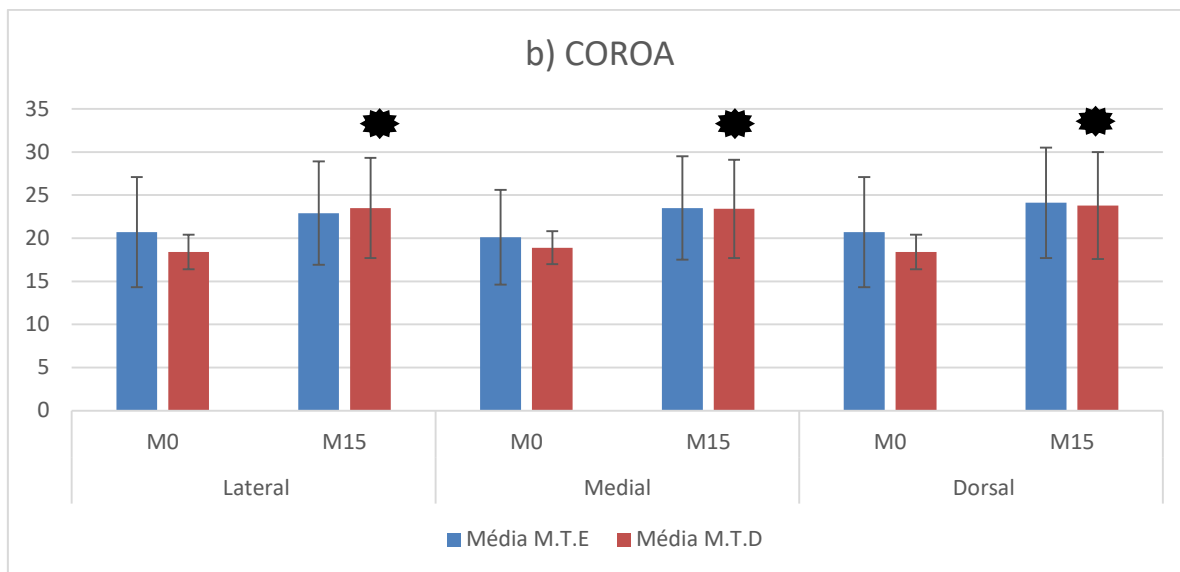


FIGURA 4b - Média e desvio padrão das temperaturas da coroa do casco (faces: dorsal, lateral e medial) após o segundo (a) ferrageamento. * indicam diferenças significativas entre os momentos M0 e M15 para cada membro (teste t pareado, $p < 0,05$).

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos parâmetros vitais entre os momentos avaliados após o primeiro e segundo ferrageamentos. A média da temperatura corpórea após o primeiro ferrageamento foi $36,9^{\circ}\text{C}$ e após o segundo $36,8^{\circ}\text{C}$. A média da frequência cardíaca após o primeiro ferrageamento foi 30,6 batimentos por minuto e após o segundo 33,7 batimentos por minuto. A média após o primeiro ferrageamento foi 14 movimentos por minuto e após o segundo 13,3 movimentos por minuto.

Não foram observados rachaduras ou linhas de estresse na superfície da muralha dos cascos. Não houve falha de crescimento do casco entre os ferrageamentos. Não houve alteração de comportamento, durante procedimento. Não houve manifestação de dor.

4 Discussão

O aumento da temperatura em diferentes regiões da superfície solear (pinça, quartos e talões) do casco 15 minutos após o primeiro ferrageamento a quente foi de aproximadamente 10°C quando comparado ao momento basal. Quando os animais foram novamente ferrageados, após 45 dias, este aumento da temperatura foi menor ($3-5^{\circ}\text{C}$). Esta menor elevação de temperatura no segundo ferrageamento pode sugerir uma adaptação do animal.

A diferença significativa da elevação das temperaturas observadas nas coroas dos cascos dos membros torácicos direito, após ambos os ferrageamentos, pode ser explicada, pelo fato, dos membros torácicos esquerdos apresentarem maiores temperaturas antes do ferrageamento, quando comparadas ao membro contralateral, como também, pode ser decorrente do fato da maioria dos cavalos (80%) serem canhotos e apresentarem assimetria entre os membros contralaterais, mais visível no membro torácico esquerdo (PERREAUX, 2002 apud FARIA, 2010).

As regiões da coroa (lateral, medial e dorsal) apresentaram temperaturas mais elevadas que as regiões soleares (pinça, quartos e talões), isso é ratificado pelo estudo de Turner (1991) que observou, que a banda coronária é fisiologicamente 2°C mais elevada que o restante do casco.

Houve correlação positiva entre a temperatura ambiente e a temperatura do casco, pois, no dia em que a temperatura estava mais alta, as temperaturas dos cascos foram mais elevadas, o que foi observado também por Machado et al (2013) e Soroko et al (2017). Tal fato, salienta a necessidade de se utilizar uma sala com temperatura e umidade controladas e aclimação prévia do animal na mesma para a padronização de exames (TURNER, 1991). Em humanos, as salas são climatizadas entre 18°C a 25°C, com controle de umidade, ausência de vento e incidência solar; as pessoas ficam entre 15 e 20 minutos se aclimatando além de estarem em jejum por pelo menos oito horas (ANDRADE FILHO, 1999). No presente estudo, os animais foram retirados do pasto e postos para aclimação na sombra das baias por 30 minutos. As termografias foram realizadas em condições semelhantes de temperatura e umidade ambiente (5-7% menores que valor basal em ambos os ferrageamentos), estas condições foram semelhantes às preconizadas pela literatura (TURNER, 1991; SOROKO et al., 2017), entre 18°C e 22°C e com ausência de vento. Desta forma, os resultados obtidos revelam fidedignidade quanto a captação da temperatura feita pelo termógrafo infravermelho.

Como a temperatura ambiente controla a termorregulação, já foi demonstrado que ao longo do ano pode-se encontrar grandes diferenças de temperatura em uma mesma articulação sadia. A distribuição de temperatura nos membros contralaterais é simétrica, mostrando igual distribuição circulatória (SOROKO et al., 2017).

Embora as temperaturas do casco após o ferrageamento a quente tenham se elevado, não ultrapassaram a temperatura corpórea fisiológica (37,5°C a 38,5°C) (FEITOSA, 2014), o que reforça a ideia de que o ferrageamento a quente não traz

danos ao casco e tão pouco para a região germinativa, pois, durante o intervalo entre um ferrageamento e outro, o crescimento do casco manteve-se dentro dos padrões de crescimento fisiológico (6mm) (STASHAK et al., 2006).

Acredita-se que o aumento de temperatura dos cascos em diferentes regiões da superfície solear (pinça, quartos e talões) e da coroa, provavelmente ocorreu por condução térmica, uma vez que o ferrageamento foi realizado a quente e também pelo fato do alumínio ser um bom condutor de calor. Técnicas de termoterapia por condução como a hipertermia e a hipotermia são utilizadas em pacientes saudáveis com finalidade de melhorar o alongamento da musculatura (SIGNORI et al., 2007). Outra forma de condução pode ser observada quando o animal com temperatura elevada recebe ducha fria com intenção de auxiliar o resfriamento corpóreo (MOURA et al., 2011).

O casco dos cavalos apresenta alta plasticidade. Cavalos que tiveram seus cascos submetidos a altas (47°C) e baixas temperaturas (4°C) por 30 minutos, mantiveram-se acomodados com mínima contenção, sem alterações nos parâmetros do exame físico e sem demonstrarem desconforto. Estes animais, quando submetidos ao tratamento por imersão do casco em água quente (47°C) por 30 minutos, apresentaram elevação de 25,1% da temperatura, ficando o tecido lamelar 3,9°C acima da temperatura inicial. Mesmo após cessada a terapia a quente, os tecidos moles mantiveram a temperatura elevada, começando a diminuir 0,3°C depois de 15-30 minutos. Estas variações de temperatura local também não causaram danos aos cascos dos animais (WORSTER et al., 2001).

O sistema vascular é importante para a manutenção da sanidade do casco, seu conhecimento torna capaz a compreensão de muitos processos patológicos e adaptativos. A ejeção parcial do sangue venoso é alcançada muito rapidamente através de múltiplas rotas de drenagem da sola e muralha do casco, da ausência maioritária de válvulas nas veias (o que permite ao sangue sua condução por várias rotas), presença das mesmas em algumas veias caudais e digitais (para impedir o retorno venoso e canalizar o sangue para a circulação sistêmica), e presença de inúmeros plexos venosos unindo as veias extrínsecas e intrínsecas, são prováveis mecanismos que auxiliam o retorno venoso, mantendo a pressão uniforme (MISHRA; LEACH, 1983), e homeostasia do casco. Este sistema vascular pode ter auxiliado a dissipar o calor causado pelo ferrageamento a quente em busca de equilíbrio térmico

do casco, além de manter a irrigação e drenagem adequados para a manutenção do crescimento das estruturas do casco.

Este mecanismo eficiente de ajuste da temperatura do casco já foi demonstrado durante o exercício em esteira, durante o qual a temperatura da coroa, da muralha e da sola tendem a sofrer redução de temperatura, retornando aos valores iniciais após vinte minutos do término das atividades (BERKMAN et al., 2011). Quando o casco toca o solo em alta velocidade acredita-se que a concussão cause deformação limitada pelo tecido queratinizado da muralha, no coxim, na ranilha e na cartilagem, favorecendo com isso, a ejeção do sangue venoso muito rapidamente (MISHRA; LEACH, 1983). Como os animais permaneceram em estação durante quinze minutos, este mecanismo de ejeção do sangue venoso foi mais lento, e conseqüentemente a perda de calor foi mais demorada.

Alterações na temperatura e na frequência respiratória são mecanismos usados para controlar o estresse térmico (TITTO et al., 2009). No presente estudo, foi observada a manutenção dos parâmetros vitais em valores basais: 37,5°C a 38,5 (FEITOSA, 2014), mesmo com o aumento da temperatura do casco após o ferrageamento a quente, confirmando que este procedimento não causa desconforto ao animal. Aliado a este fato, o comportamento inalterado dos animais durante e após o procedimento reforça esta ideia.

Sendo assim, o ferrageamento a quente é uma opção segura e benéfica ao cavalo, pois melhora a justaposição da ferradura com o casco pela diminuição do espaço do assentamento entre as duas superfícies, conseqüentemente diminuindo a entrada de sujidades neste espaço e favorecendo o conforto do animal durante a fase de apoio do casco no solo. Além de propiciar um ambiente inóspito para bactérias e fungos (DENSON, 2003).

5 Conclusão

O ferrageamento a quente não traz danos visíveis ao estojo córneo e sua região germinativa. Por meio do comportamento apresentado pelos animais durante o procedimento e pelas imagens termográficas (após quinze minutos do ferrageamento) terem demonstrado que a elevação de temperatura do casco, não foi superior à de conforto térmico (37,5°C a 38,5°C), podemos sugerir que o ferrageamento a quente não traz danos ao casco, desde que bem realizado.

6 Agradecimentos

A todos colaboradores do projeto e a CAPES pela concessão da bolsa de Demanda Social para cursar o mestrado.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.L.G. Semiologia do Sistema locomotor de equinos. In: FEITOSA, L. F.F. **Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico**. 3ª ed. São Paulo: Roca, 2014. p.448-476.

ANDRADE FILHO, A.C. Teletermografia: princípios físicos, fisiológicos e fisiopatológicos da produção da imagem e suas indicações na clínica de dor e reabilitação. **Acta Fisiátrica**, v.6, n.2, p.55-59, 1999.

BERKMAN, C. et al. Exercício em esteira não elevou a temperatura do casco de equinos. **Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1398-1404, 2011.

DENSON, N.B. Soak up this idea for treating infected hooves. **American Farriers Journal**, p.100-106, 2003.

FARIA, M. B. **Avaliação do equilíbrio podal na espécie eqüina (*Equus caballus*)**. 2010. 42 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

FEITOSA, F.L.F. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. 3ª ed. São Paulo: Roca, 2014. p.54.

FERREIRA, K.D. et al. Termografia por infravermelho em medicina veterinária. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.23, p.1298-1313, 2016.

FIGUEIREDO, T. et al. A importância do exame termográfico na avaliação do aparato locomotor em equinos atletas. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.9, n.18, 2012.

MACHADO, L.F.S. et al. Padronização do exame termográfico nas articulações do carpo e metacarpofalangeanas de cavalos em treinamento. **Archives of Veterinary Science**, v.18, n.4, p.40-45, 2013.

MISHRA, P.C.; LEACH, D.H. Extrinsic and intrinsic veins of the equine hoof wall. **Journal of Anatomy**, v.136, n.3, p.543-560, 1983.

MOURA, D.J. et al. Uso da termografia infravermelha na análise da termorregulação de cavalos em treinamento. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.23-32, 2011.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **J Anim Behav Biometeorol** v.2, n.3, p.73-84, 2014.

SIGNORI, L.U. et al. Efeito de agentes térmicos aplicados previamente a um programa de alongamentos na flexibilidade dos músculos isquiotibiais encurtados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.14, n.4, p.328-331, 2008.

SIMON, E.L. et al. Influence of exercise on thermographically determined surface temperatures of thoracic and pelvic limbs in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.229, n.12, p.1940-1944, 2006.

SOROKO, M.; HOWELLB, K.; DUDEKC, K. The effect of ambient temperature on infrared thermographic images of joints in the distal forelimbs of healthy racehorses. **Journal of Thermal Biology**, v.66, p.63-67, 2017.

STASHAK, T.S. et al. Cuidados com os cascos e colocação de ferraduras para equilíbrio e integridade: In: Addans OR. **Claudicação em equinos, segundo Adams**. 5. ed. São Paulo: Roca, 2006. p.1021-1029.

THOMASSIAN, A. Afecções do aparelho locomotor. In: THOMASSIAN, A. **Enfermidade dos cavalos**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2005. p.161-162.

TITTO, E.A.L. et al. Concentração de eletrólitos em equinos submetidos a diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.236-244, 2009.

TURNER, T.A. Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. **Veterinary Clinics of North America. Equine Practice**, v.7, n.2, p.311-338, 1991.

WOOD, S. et al. Infrared thermometry for lesion monitoring in cattle lameness. **Veterinary Record**, v.176, n. 2, p.308-311, 2015.

WORSTER, A.A.; GAUGHAN, E.M.; HOSKINSON, J. Effects of external thermal manipulation on laminar temperature and perfusion of the equine digit. **AAEP PROCEEDINGS**, v.47, p.329-333, 2001.

ZÚCCARI, C.E.S.N. **Avaliação do equilíbrio do casco equino**. 2013. 25 f. Monografia (Iniciação Científica) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2013.