

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 28/09/2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO TERMOGRÁFICO E ULTRASSONOGRÁFICO DA REGIÃO  
CERVICAL DE EQUINOS EM TREINAMENTO NA MODALIDADE EQUESTRE  
DE SALTO

DENISE DE OLIVEIRA VENTURELLI

Botucatu - SP  
Setembro– 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DENISE DE OLIVEIRA VENTURELLI

ESTUDO TERMOGRÁFICO E ULTRASSONOGRÁFICO DA REGIÃO  
CERVICAL DE EQUINOS EM TREINAMENTO NA MODALIDADE EQUESTRE  
DE SALTO.

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Profa.Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado

Botucatu - SP  
Setembro – 2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Venturelli, Denise de Oliveira.

Estudo termográfico e ultrassonográfico da região cervical de equinos em treinamento na modalidade equestre de salto / Denise de Oliveira Venturelli. - Botucatu, 2021

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Vânia Maria de Vasconcelos Machado  
Coorientador: Jean Guilherme Fernandes Joaquim  
Capes: 50501038

1. Equídeos. 2. Pescoço. 3. Ultrassonografia.  
4. Termografia. 5. Hipismo. 6. Diagnóstico por imagem.

Palavras-chave: Equino; Hipismo; Pescoço; Termografia; Ultrassonografia.

**DENISE DE OLIVEIRA VENTURELLI****ESTUDO TERMOGRÁFICO E ULTRASSONOGRÁFICO DA REGIÃO  
CERVICAL DE EQUINOS EM TREINAMENTO NA MODALIDADE EQUESTRE  
DE SALTO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu,  
para obtenção do título de mestre em Biotecnologia animal.

Orientadora: Profa. Associada Dra. Vânia Maria Vasconcelos Machado

(Titulares)

---

Prof<sup>a</sup> Associada Vânia Maria de Vasconcelos Mchado  
Departamento de Cirurgia Animal e Reprodução Veterinária  
FMVZ – UNESP - Botucatu

---

Prof. Dr. Marco Aurélio Torrecillas Sturion  
Autônomo  
Ourinhos - SP

---

Prof. Dr. André Luis Filadelpho  
Departamento de Anatomia  
IBB - UNESP- Botucatu

(Suplentes)

---

Prof. Dr. José Nicolau Puoli P. Filho  
Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva  
FMVZ – UNESP - Botucatu

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Ariane Dantas  
Etec Dona Sebastiana de Barros  
São Manuel - SP

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha mãe*  
**RAQUEL LOPES DE OLIVEIRA**  
**VENTURELLI** *(in memoriam).*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente, principalmente e sobretudo a Deus que me sustentou e me deu forças para eu poder executar, concluir e vivenciar ao longo desses dois anos essa experiência chamada MESTRADO.*

*Ao meu marido, um homem maravilhoso, especial, José Aldo Puccetti Moraes Santos que suportou ao meu lado toda pressão e se desdobrou por trabalhar em dobro e cuidar de nossa filha para que eu pudesse me dedicar à execução desse projeto, bem como à minha doce e amada filha Alice Venturelli Puccetti de Moraes, pelo amor, respeito, esforço que nunca mediu para que eu pudesse realizar esse projeto e por se fazerem presentes com muita paciência e tolerância em todos os momentos de preocupação, aflição e ausência do meu convívio familiar diário, à vocês dois, todo o meu amor, gratidão e desculpas pelos momentos doloridos ao longo dessa jornada. Aos amigos especiais, principalmente Alminda Sagarra, , , Cilene Gomes que sentiram minha falta mas vibraram comigo em cada conquista e à mulher que me sustentou em todos os momentos com orações, conselhos e em especial a Vanessa Nanucio e Alessandra Cavicchiolli que muitas vezes cuidaram da minha filha por mim, minha querida e especial sendo a avó perfeita e mais do que presente, Nilmar Marques, mãe que Deus me enviou para segurar minhas mãos, ser meu consolo e enxugar minhas lágrimas todas as vezes que eu precisei.*

*Aos meus familiares, principalmente ao meu pai Cassiano Venturelli e sua esposa Rosa Venturelli, ao meu irmão Otávio Venturelli e cunhada Flávia Venturelli pelas orações, bem como à Luciana e José Fernando Puccetti de Moraes e ao meu enteado Gustavo Moraes Santos pelo carinho.*

*Agradeço aos proprietários do haras onde a pesquisa foi executada, principalmente pelo carinho, amizade, profissionalismo, confiança, colaboração e permissão à utilização dos animais no estudo, assim como ao cavaleiro José Vanderilo por ter montado todos os animais e aos tratadores que se disponibilizaram a ajudar durante o experimento, respeitando os horários e os pré-requisitos das técnicas utilizadas.*

*Agradeço aos meus amigos da FMVZ/Unesp de Botucatu, por todo carinho e apoio durante o meu Mestrado e toda ajuda recebida para realização desta pesquisa, merecendo um crédito todo especial Jéssica Leite, sempre presente com doces palavras nos momentos certos.*

*Agradeço carinhosamente o professor Stélio Loureiro Pacca Luna por ter cedido a câmara de termografia (da marca Flir, modelo E53) para realização desta pesquisa. Agradeço especialmente a minha querida orientadora professora Doutora Vânia Maria Vasconcelos Machado, que disponibilizou seu valioso tempo para me orientar em cada passo desse trabalho, pela dedicação, paciência e todo esforço e carinho para o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço por todos os conselhos para incentivar a seguir em frente e nunca desistir no meio do caminho. Ao querido e especial professor Jean Guilherme Fernandes Joaquim, meu co-orientador por ter disponibilizado seu valioso tempo para me atender, pela dedicação e paciência para me explicar tudo aquilo que eu não sabia e era novo para mim, pelas longas conversas, conselhos, desabaços, risadas e pesquisas realizadas juntos, bem como pelas oportunidades profissionais que essa aproximação me trouxe de presente.*

*Agradeço a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ-Botucatu) e a CAPES (Instituição de Fomento do Programa de Pós-Graduação da FMVZ-UNESP-Botucatu) pela oportunidade concedida para o desenvolvimento desta pesquisa e pelo meu crescimento acadêmico e profissional.*

*Agradeço imensamente à todos os que aqui foram citados e aos que não mencionei, pois foram muitos, mas que foram importantes em todo instante com o carinho, compreensão, atenção, conselhos, estímulos e orações neste momento tão especial da minha vida e na realização de um sonho tão esperado.*



*“A água que não corre forma um pântano;  
a mente que não pensa forma um tolo”*

(VICTOR HUGO)

## LISTA DE TABELAS

<b>Capítulo 2</b>	<b>Página</b>
Table 1 Mann-Whitney test to compare thermography at different evaluation times: Pre-training and 40 minutes post-training, 2h after training and 24h post-training, in the cranial, middle and cervical regions.	91
Table 2 Mann-Whitney test to compare the right and left sides in the cranial, middle and caudal aspects, in the following times: pre-training, 40 min post-training, 2 hours post-training and 24 hours post-training. .....	92
Table 3 Differences between the cranial, middle and caudal regions of the horse's necks evaluated by thermography.....	94
Table 4 Thermography at different times: pre-training, 40 min post-training, 2 hours post-training and 24 hours in horses with obstacles of 1 meter (Group 1) and 1.40 meters (Group 2), followed by the p.value of Mann-Whitney test for comparison between groups.....	94
Table 5 Comparative analysis between animals in the 1m jump group, at different times of pre and post training, followed by p. descriptive value and analysis: mean, median and standard deviation.....	97
Table 6 Comparative analysis between the animals in the jump group of group 2, of 1.40m, in the different times of pre and post training, followed by p. descriptive value and analysis: mean, median and standard deviation.....	98
Table 7 Mann-Whitney test to compare thermography at different evaluation times: Pre-training and 2 hours post-training.....	99
Table 8 Mann-Whitney test to compare thermography at different evaluation times: Pre-training and 24 hours post-training.....	100
Table 9 Mann-Whitney test to compare thermography at different evaluation times: 40 minutes after training and 2 hours after training.....	101
Table 10 Mann-Whitney test to compare thermography at different evaluation times: 40 minutes, post-training and 24 hours post-training.....	102
Table 11 Mann-Whitney test for comparison of thermography on the right and left sides of the horse's necks in the following evaluation times: pre-training, 40 minutes post-training, 2 hours post-training and 24 hours post-training.....	103
 <b>Capítulo 3</b>	
Table 1 Thermographic evaluation 24 hours after training and ultrasound evaluation 24 hours after training of the athlete horses.....	121

Table 2	Correlation of age with body weight of athlete horses.....	122
Table 3	Correlation of age and body weight with the respective times: pre-training, 40 minutes post-training, 2 hours post-training and 24 hours post-training.....	123

**LISTA DE ABREVIações**

<b>%</b>	Porcentagem
<b>µm</b>	micrômetro
<b>a.C</b>	Antes de Cristo
<b>C1</b>	Vértebra cervical 1
<b>C2</b>	Vértebra cervical 2
<b>C3</b>	Vértebra cervical 3
<b>C4</b>	Vértebra cervical 4
<b>C5</b>	Vértebra cervical 5
<b>C6</b>	Vértebra cervical 6
<b>C7</b>	Vértebra cervical 7
<b>ε</b>	Emissividade
<b>FEI</b>	Federação equestre internacional
<b>h</b>	Hora
<b>Hz</b>	Hertz
<b>KHz</b>	Quilohertz
<b>LN</b>	Ligamento Nucal
<b>MHz</b>	Megahertz
<b>mm</b>	Músculo
<b>°C</b>	Escala termométrica representada em Celsius
<b>°F</b>	Escala termométrica representada em Fahrenheit
<b>°K</b>	Escala termométrica representada em Kelvin
<b>RM</b>	Ressonância magnética
<b>ROI</b>	Técnica com demarcação da área de interesse
<b>RX</b>	Raios X
<b>SONAR</b>	Navegação e determinação da distância pelo som
<b>T1</b>	Vértebra torácica 1
<b>TC</b>	Tomografia computadorizada
<b>TIV</b>	Termografia de radiação infravermelha
<b>US</b>	Ultrassom

## LISTA DE FIGURAS

<b>Capítulo 1</b>	<b>Página</b>
Figura 1	Espectro eletromagnético da radiação infravermelha. Fonte: SOROKO MOREL (2016)..... 9
Figura 2	A superfície do corpo do cavalo emite, absorve e reflete a radiação infravermelha, a partir dos objetos ao redor. Fonte: SOROKO; MOREL (2016). ..... 11
Figura 3	A mão direita emite radiação infravermelha de ondas curtas, enquanto a mão esquerda, com a temperatura mais fria emite radiação infravermelha de ondas longas. Fonte: SOROKO; MOREL, 2016). ..... 12
Figura 4	Irradiação infravermelha isotrópica emitida pela superfície corpórea do cavalo. Fonte: SOROKO, MOREL 2016). ..... 12
Figura 5	Fórmula que demonstra a dissipação da energia emitida sobre o corpo. Fonte: USAMENTIAGA et al., 2014). ..... 13
Figura 6	Fórmulas Físicas. Emissividade (A). Radiância; Lei de Stefan-Boltzmann (B). Legenda: W- Radiância; Wb- Radiância do corpo negro; $\epsilon$ - Emissividade; $\sigma$ - Constante; T- Temperatura. Fonte: USAMENTIAGA et al. (2014). ..... 13
Figura 7	Gráfico ilustrativo da Lei de Stefan-Boltzmann. Energia irradiada como produto da temperatura e emissividade. Fonte: USAMENTIAGA et al. (2014). ..... 14
Figura 8	Demonstração das imagens térmicas de um mesmo cavalo, da raça Brasileiro de Hipismo, em vista lateral do pescoço esquerdo, elucidando aspecto normal das diferentes palhetas de cores, oferecidas pelo software FLIR Tools®, demonstrando nas figuras: A- ARTIC; B- GRAY; C- IRON; D- LAVA;..... 17
Figura 9	Termograma dos membros anteriores, mostrando aumento evidenciado da temperatura, após 2h da retirada das ligas. SOROKO E MOREL (2016). ..... 22
Figura 10	Termograma da região do ombro e costado, estavam em contato com tecido de material elástico. SOROKO E MOREL (2016). ..... 22
Figura 11	Termograma do lado esquerdo do pescoço mostrando que a crina absorve toda radiação infravermelha, fazendo com que as demais áreas do pescoço pareçam mais frias. Fonte : SOROKO E MOREL (2016)..... 23

Figura 12	Distâncias recomendadas entre cavalos e a câmera, especificamente para áreas corpóreas de equinos. Fonte: SOROKO e MOREL (2016).....	24
Figura 13	Termograma do lado direito do pescoço, pelo aspecto lateral, ilustrando o posicionamento incorreto em relação à câmera (A). Termograma do lado esquerdo do pescoço, pelo aspecto lateral, ilustrando o posicionamento correto do pescoço em relação à câmera (perpendicular) (B). Fonte: SOROKO e MOREL (2016)...	25
Figura 14	Termograma do aspecto lateral esquerdo do cavalo, mostrando variações da temperatura pelo corpo. Fonte: SOROKO; MOREL, 2016).....	26
Figura 15	Termograma do aspecto lateral esquerdo do cavalo, mostrando a média das variações da temperatura pelo corpo, pela ROI linear. 27	27
Figura 16	Média das diferenças mínimas de temperaturas simétricas mostradas pela ROI. Fonte: SOROKO; MOREL, 2016).....	28
Figura 17	Diferenças permitidas entre temperaturas de estruturas simétricas e regiões específicas do corpo em cum cavalo saudável. Fonte: SOROKO; MOREL, 2016).....	29
Figura 18	(A) Pescoço no aspecto lateral esquerdo, elucidando as vértebras cervicais, (B) pescoço no aspecto lateral esquerdo mostrando o músculo esplênio (1), o músculo rombóide (2) e o ligamento nugal (3), (C) termograma de um pescoço no aspecto lateral esquerdo indicando as vértebras cervicais e o sulco jugular abaixo, com área mais quente. Fonte: SOROKO; MOREL, 2016).....	30
Figura 19	Lord Hayleigh. Fonte: <a href="https://www.ufrgs.br/biofisica/ecografia.pdf">https://www.ufrgs.br/biofisica/ecografia.pdf</a>	32
Figura 20	Ultrassom terapêutico.....	33
Figura 21	Primórdios da ultrassonografia diagnóstica.....	34
Figura 22	Efeito piezoelétrico. ....	35
Figura 23	Impedância acústica aproximada comumente encontrada nos tecidos. Fonte: PALGRAVE e KIDD (2014).....	37
Figura 24	Duas imagens do forame ventral proximal mostrando o músculo flexor passando por cima do osso rádio (na esquerda) e osso ulna (direita), com o nervo medial no meio. A imagem da esquerda mostra o resultado otimizado com uma angulação de 90° com clara reflexão dos ossos, fâscias e nervos. A imagem da direita mostra a probe a 5°, resultando num escaneamento com angulação a 85° em direção aos ossos e fâscia; a quantidade de ultrassom que é desviada e não retorna para a sonda resulta na imagem	

	visivelmente mais escura com estruturas anatômicas de delineamento diminuído. Fonte: ALFEN e MAH (2018).....	38
Figura 25	Escala demonstrativa das diferenças entre as frequências dos sons, na escala Hertz. Fonte: <a href="https://www.ufrgs.br/biofisica/ecografia.pdf">https://www.ufrgs.br/biofisica/ecografia.pdf</a> .....	40
Figura 26	Posicionamento do transdutor para a formação das imagens nos planos transversal (A) e longitudinal (B). Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021). .....	42
Figura 27	Avaliação muscular da região cervical medial entre C3- C4, através dos planos longitudinal (LG) e transversal (TR), demonstrados respectivamente na imagem da esquerda e da direita. Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021). .....	46
Figura 28	A escala de graduação de HECHMATT, para a avaliação visual da ecogenicidade muscular. Grau I, normal, Grau II, mostra leve aumento geral da ecogenicidade sem perda ou atenuação da arquitetura. O Grau III, mostrou ecogenicidade nitidamente aumentada, perda da arquitetura muscular e algumas atenuações, causando menos visibilidade de estruturas mais profundas. O Grau 4, mostra um músculo completamente branco, sem características reconhecíveis e com muita atenuação do sinal de ultrassom, de forma que não se pode distinguir estruturas profundas das superficiais. ....	47
Figura 29	Aspectos físicos do pescoço: estruturas anatomicamente palpáveis: 1- Região Nucal; 2- Asa do atlas; 3- Região parotídea; 4- Região Massetérica; 5- Ângulo da Mandíbula; 6- Região Laríngea; 7- Região Cervical Dorsal (músculos dorsais: músculos extensores); 8- Vértex Áxis; 9- Região Cervical Ventral (músculos ventrais: músculos flexores); 9a – Músculo Braquiocefálico; 9b- Sulco jugular; 9c- Músculo Esternocefálico; 10- Margem Cranial da região do ombro. 11- Crina. Fonte: DENOIX (2019). .....	49
Figura 30	Vista lateral do pescoço. Fonte: POPESKO (2012). .....	50
Figura 31	Vista cranial da sexta (esquerda) e sétima (direita) vértebra cervical, elucidando a nomenclatura anatômica. Fonte: GETTY (1986). .....	51
Figura 32	Aspecto lateral (A) e dorsolateral (B) das estruturas superficiais da nuca da região cervical cranial, com ênfase no ligamento nucal (1 e 2a: porção funicular e 2b: porção lamelar). Fonte: DENOIX (2019). .....	52
Figura 33	Aspecto lateral do pescoço evidenciando o ligamento nucal (7-funicular e 10 – lamelar). Fonte: POPESKO (2012). .....	52

Figura 34	Vista dorsal (esquerda) e ventral (direita) das vértebras cervicais do cavalo, evidenciando os nomes dos processos anatômicos e a articulação desta porção da coluna. Fonte: GETTY (1986).....	53
Figura 35	Vista lateral (esquerda) e dorsal (direita) das vértebras cervicais do cavalo, evidenciando os nomes dos processos anatômicos e a articulação desta porção da coluna. Fonte: GETTY (1986).....	54
Figura 36	Aspecto lateral esquerdo dos nervos cervicais. Fonte: POPESKO (2012).....	55
Figura 37	Ilustração das camadas superficiais e profundas. Fonte: BUDRAS (2018).....	57
Figura 38	Músculo reto ventral da cabeça. Fonte: WILLIANS e .....	58
Figura 39	Músculo trapézio. Fonte: WILLIANS e McKENNA (2014)..	59
Figura 40	Músculo rombóide. Fonte: WILLIANS e McKENNA (2014)..	59
Figura 41	Músculo serrátil ventral. Fonte: WILLIANS; McKENNA (2014). ....	60
Figura 42	Músculo esplênio cervical. Fonte: WILLIANS; McKENNA (2014)..	60
Figura 43	Músculo omotransverso. Fonte: WILLIANS; McKENNA (2014). ...	61
Figura 44	Músculo braquiocefálico. Fonte: WILLIANS e McKENNA (2014)..	61
Figura 45	Músculo esternocefálico. Fonte: WILLIANS; McKENNA (2014)..	62
Figura 46	Tipos de contrações e atividades musculares. Fonte: DENOIX (2014).....	63
Figura 47	Mobilização dos músculos do pescoço. Músculos epaxiais são extensores. Músculos hipaxiais são extensores. Fonte: DENOIX (2014).....	64
Figura 48	Relação dos movimentos intervertebrais durante extensão e flexão, rotação lateralização do pescoço Fonte: WILLIANS; McKENNA (2014).....	64
Figura 49	Fase de propulsão do salto. Fonte: DENOIX (2014).....	66
Figura 50	Fase aérea do salto. Fonte: DENOIX (2014).....	68
Figura 51	Fase de aterrissagem do salto. Fonte: DENOIX (2014).....	68
Figura 52	A imagem (A), demonstra a presença de exostose no osso occipital. A imagem (B) demonstra a presença de uma mineralização do LN e em (C), temos a imagem ultrassonográfica	



da presença de desmíte de inserção com nova formação óssea no osso occipital. Fonte: DYSON (2011) ; KIDD *et al.* (2014). ..... 70

## Capítulo 2

- Figure 1 The left distance of 2 meters and the animal and the correct parallelism between the camera and the animal on the right.....111
- Figure 2 Illustration of the lateral neck thermal images taken in one of the animals during the study.....112
- Figure 3 Sketch demonstrating the training track for group 1 and group 2..113

## Capítulo 3

- Figure 1 Thermographic equipment used model Flir E53. ....129
- Figure 2 The left distance of 2 meters and the animal and the correct parallelism between the camera and the animal on the right.....129
- Figure 3 Sketch demonstrating the training track for groups 1 and 2.....130
- Figure 4 Illustration of the lateral thermal images of the neck of one of the animals, taken during the study. ....131
- Figure 5 Esaote (r) ultrasound equipment model, Mylab 70 model with linear transducer and 10MHz. ....132
- Figure 6 Elucidating the thermographic and ultrasound examination in one of the study animals. ....132
- Figure 7 Thermal images of group 1, 24h after training.....133
- Figure 8 Thermal images of group 2, 24h after training .....133
- Figure 9 Ultrasonographic images of N1 (group 1), 24h after training.....134
- Figure 10 Ultrasonographic images of the N9 (group 2), 24h after training..135

## SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas .....	vii
Lista de abreviações .....	ix
Lista de figuras .....	x
<b>Capítulo 1</b>	
RESUMO.....	2
ABSTRACT .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	6
2.1 Diagnóstico por imagem: histórico .....	6
2.2 Histórico e tecnologia da termografia infravermelha .....	7
2.3 Aspectos físicos da termografia .....	8
2.3.1 Espectros eletromagnéticos.....	8
2.3.2 Emissividade.....	13
2.3.3 Temperatura ambiente.....	15
2.3.4 Umidade do ar .....	15
2.3.5 Sensibilidade e resolução .....	16
2.3.6 Medicina veterinária equina e termografia .....	17
2.3.7 O paciente equino.....	21
2.3.8 Ambiente.....	23
2.3.9 Cuidados com o procedimento .....	24
2.3.10 Ajustando a câmera termográfica .....	25
2.4 A imagem termográfica .....	26
2.4.1 Interpretação do termograma .....	26
2.4.2 O pescoço equino no termograma.....	29
2.5 Ultrassonografia .....	31
2.5.1 A história da ultrassonografia .....	31
2.5.2 Aspectos físicos da técnica ultrassonográfica .....	35
2.5.3 Reflexão, impedância acústica, refração, dispersão e absorção .....	36
2.5.4 Modo B, modo M e ecogenicidade.....	38
2.5.5 Resolução da imagem e frequência do transdutor.....	39
2.5.6 A utilização do ultrassom na coluna cervical equina.....	40
2.6 Equinos em treinamento na modalidade equestre de salto: anatomia e biomecânica.....	48
2.6.1 Anatomia da coluna cervical .....	48
2.6.2 Aspectos anatômicos (vértebras, articulações e ligamentos) .....	49
2.6.3 Músculos cervicais.....	55
2.6.4 Biomecânica .....	62
2.6.5 Principais lesões cervicais de tecido mole ligadas ao exercício .....	69
2.6.6 Desmopatia de inserção do ligamento nugal .....	69
2.6.7 Bursite nugal .....	71
2.6.8 Discoespondilite.....	71
2.6.9 Miosite cervical .....	71
3. OBJETIVO.....	74

REFERÊNCIAS .....	75
<b>Capítulo 2</b>	
Abstract .....	86
Materials and Methodos .....	86
Results .....	88
Discussion .....	91
Conclusion .....	105
References .....	109
<b>Capítulo 3</b>	
Abstract .....	115
Intruduction .....	115
Materials and Methodos .....	119
Results .....	121
Discussion .....	124
Conclusion .....	126
References .....	126

# ***CAPÍTULO 1***

Estudo termográfico e ultrassonográfico da região cervical de equinos em treinamento na modalidade equestre de salto.

***Resumo***

***Introdução***

***Revisão de Literatura***

***Objetivo***

***Referência***

VENTURELLI, D.O. **Estudo termográfico e ultrassonográfico da região cervical de equinos em treinamento da modalidade hípica de salto.** Botucatu, 2021. 135p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## RESUMO

A coluna cervical é fundamental na movimentação e sustentação do pescoço nos equinos e os conhecimentos anatômicos e biomecânicos desses animais, são de extrema importância durante o exame do aparelho locomotor em equinos atletas. Tendo em vista que diversas afecções cervicais podem ter sua sede nas estruturas ósseas, no sistema nervoso ou em tecidos moles, como os músculos, estruturas altamente importantes nos animais de performance e uma vez que lesões musculares podem ocorrer devido ao exercício, os exames ultrassonográfico e termográficos tornam-se essenciais para a avaliação da coluna cervical. A termografia infravermelha (TIV) trata-se de uma técnica não ionizante e não invasiva que capta e registra a emissão térmica da pele, capaz de evidenciar afecções, ainda que precocemente, com quaisquer tipos de alteração de perfusão sanguínea, podendo acompanhar a evolução das enfermidades correlacionadas com essa área dentro da prática esportiva sob o prisma do processo inflamatório versus o aumento da temperatura local. O presente estudo teve como objetivo avaliar, pontos de tensão e biomecânica musculoesquelética por ultrassonografia e termografia nas regiões cranial, média e caudal da coluna cervical equina, pós exercício hípico da modalidade salto, verificando assim as diferenças e demanda entre as regiões e buscando achar um ponto de convergência entre ambas as técnicas. Foram utilizados 12 animais da raça Brasileiro de Hipismo (BH), divididos em 2 grupos de salto nas alturas em 1,00m e 1,40m, os quais foram avaliados pela termografia e ultrassonografia, pré e pós treino com 40 minutos, 2h e 24h após a prática esportiva. Os resultados gerais sugerem que a termografia foi eficaz em elucidar os pontos com maiores tensão causados pelo exercício, porém, não foi possível correlacionar com as imagens ultrassonográficas, as quais não apresentaram alterações nas estruturas musculares cervicais avaliadas, indicadas pelo aumento da temperatura elucidadas pela termografia.

**Palavras-Chave:** termografia, ultrassonografia, equino, hipismo, pescoço.

VENTURELLI, D.O. **Thermographic and ultrasonographic study of the neck of horses in training in the jumping equestrian modality.** Botucatu, 2021. 135p. Dissertation (Master's degree). School of Veterinary Medicine and Animal Science, Botucatu Campus, State University of São Paulo.

### ABSTRACT

The cervical spine is essential in the movement and support of the neck in horses and the anatomical and biomechanical knowledge of these animals are extremely important during the examination of the locomotor system in athletic horses. Considering that several cervical affections can have their seat in bone structures, in the nervous system or in soft tissues, such as muscles, highly important structures in performance animals, since muscle injuries can occur due to exercise, the ultrasound examination makes essential for the assessment of the cervical spine. Infrared thermography (IVT) is a non-ionizing and non-invasive technique that captures and records the thermal emission of the skin, capable of showing affections, even early, with any type of blood perfusion alteration, and can monitor the evolution of diseases correlated with this area within sports practice from the perspective of the inflammatory process versus the increase in local temperature. This study aimed to evaluate stress points and musculoskeletal biomechanics by ultrasonography and thermography in the cranial, middle and caudal regions of the equine cervical spine, post equestrian exercise of the jumping modality, thus verifying the differences and demand between the regions and seeking to find a convergence point between both techniques. Twelve Brazilian Equestrian (BH) animals were used, divided into 2 high jump groups of 1.00m and 1.40m, which were evaluated by thermography and ultrasonography, pre and post training with 40 minutes, 2h and 24h after sports practice. The general results suggest that thermography was effective in elucidating the points with greater tension caused by the exercise, however, it was not possible to correlate with the ultrasound images, which did not show alterations in the evaluated cervical muscle structures, indicated by the increase in temperature by thermography.

**Keywords:** thermography, ultrasound, equine, horse riding, pescoço.

## 1. INTRODUÇÃO

A coluna cervical equina é uma estrutura altamente complexa e conhecida por ser vulnerável ao desenvolvimento de certas enfermidades, (ZSOLDOS *et al.*, 2015; LICKA *et al.*, 2015) sendo também a região mais propícia a traumas ou desenvolvimento de processos degenerativos, como as osteoartrites (FURST *et al.*, 2006; SPELTZ *et al.*, 2006). É fundamental na movimentação dos equinos e sustentação do pescoço, pois auxilia na fase de propulsão durante o galope unindo membros torácicos e pélvicos (DENOIX, 2004).

Os conhecimentos anatômicos e biomecânicos desses animais, são de extrema importância, visando assim melhor condução e eficiência durante o exame do aparelho locomotor, resultando em um diagnóstico mais preciso e conseqüentemente, um tratamento mais eficaz das enfermidades ligadas à coluna cervical (HAUSSLER, 2016).

Levando-se em consideração que a claudicação dos equinos pode estar diretamente relacionada ao acometimento da região cervical e que somente os exames físicos e radiográficos sejam insuficientes para identificar o local exato da dor, torna-se importante uma investigação mais precisa dessa região (BERG *et al.*, 2002; FONSECA *et al.*, 2006).

As afecções da coluna cervical podem ter sua sede nas estruturas ósseas, no sistema nervoso ou tecidos moles. Nesse último, as principais lesões são as desmopatia da inserção do ligamento nugal (LN), bursites nugal cranial ou caudal, e embora não seja comum, a discoespondilite também pode acometer os equinos e levar à claudicação dos membros torácicos e ataxia (DYSON, 2011; HAUSSLER, 2016). Já as lesões musculares podem ocorrer devido a traumas, exercício ou injeções intramusculares (DYSON, 2016). Tendo em vista, desse contexto com diversas possibilidades de agentes causadores de lesões cervicais e tendo em vista sua vasta aplicação, o exame ultrassonográfico torna-se essencial para a avaliação da coluna cervical, pois proporciona uma avaliação dinâmica dos ligamentos, tendões, musculatura, facetas articulares, além de poder servir como guia para infiltrações, auxiliando também nos tratamentos.

Juntamente com o avanço substancial dos meios de diagnóstico, o uso da termografia vem crescendo e se expandindo em diversas especialidades na medicina veterinária, como um método complementar no diagnóstico de processos inflamatórios em diferentes espécies de animais, assim como na detecção precoce de enfermidades. Trata-se de uma técnica não ionizante e não invasiva que capta e registra a emissão térmica da pele, capaz de evidenciar afecções com quaisquer tipos de alteração de perfusão sanguínea como inflamações, tumores, fibroses, neuropatias ou isquemias, permitindo o diagnóstico de problemas relacionados a tendões, ligamentos, articulações, músculos e ossos. (CENTINKAYA; DEMIRUTIKO, 2012; INFERNUSO *et al.*, 2010; GROSSBARD *et al.*, 20140).

O presente estudo teve como objetivo avaliar, pontos de tensão e biomecânica musculoesquelética por ultrassonografia e termografia nas regiões cranial, média e caudal da coluna cervical equina, pós exercício hípico da modalidade salto, verificando assim as diferenças e demanda entre as regiões.

A realização desse projeto, pode contribuir para avaliação dos efeitos musculoesquelético e biomecânico frente ao exercício hípico na região cervical dos equinos atletas, por meio ultrassonográfico e termográfico, auxiliando nos diagnósticos relacionados a estas estruturas, tais como fraturas, doenças neurológicas, desmites, malformações, doenças degenerativas e inflamações agudas em pontos de tensão relacionadas a biomecânica do salto, permitindo ao profissional um diagnóstico precoce e tratamento devidamente direcionado. Ainda com o uso do método da termografia, é possível realizar o acompanhamento e a evolução das enfermidades correlacionadas com a área afetada e a prática esportiva sob o prisma do processo inflamatório versus aumento da temperatura local.

Como cada exame utilizado avalia e utiliza métodos diferentes, o objetivo é achar um ponto de convergência entre ambos para ver se há correlação entre os achados ou não.



## REFERÊNCIAS

AAEP, v.45, p. 67-84, 1999.

ALFEN, N. V.; MAH, J. K. **Neuromuscular Ultrasound: A New Tool in Your Toolbox**. doi:10.1017/cjn.2018.269 Can J Neurol Sci. 2018; 45: 504-515

AMORT, K.; KRAMER, M. Future of diagnostic imaging. In: Proceeding of the European College of Veterinary Surgeons – ECVS, Copeenhagen. **Anais... Copeenhagen :2014**.

ARENHART, Rodrigo et al. Thermographic and histological analysis of rabbit different tenorrhaphies techniques (4 and 6 strands) after early active mobilization. **Fisioterapia em Movimento**, v. 27, n. 4, p. 611-619, 2014.

ARFAOUI, A.; POLIDORI,G.; TAIAR, R.; POPA, C. Infrared Thermography in Sports Activity. In: PRAKASH, R. V. (Ed.). **Infrared Thermography**. 1. Ed. Croacia:In Tech, 2012. P. 141-168.

ARRUDA, T. Z. Avaliação termográfica de selas usadas em cavalos de salto. (**Dissertação**). Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria. 2010.

Atlas of equine ultrasonography / edited by Jessica Kidd, Kristina G. Lu, Michele L. Frazer. This edition first published 2014 © 2014 by John Wiley & Sons, Ltd. *Registered office*: John Wiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK, p 1-21, 2014.

BARONE,R. Anatomie compare des mammifères domestiques, Tome1: Ostéologie, Paris: Vigot, 1986.

BARREIRO,A. L. B.S., DAVID,J.M. Estresse oxidative: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Revista Química Nova**, v.29, p. 113-123, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422006000100021>. Disponível em : <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttex&pid=S0100-40422006000100021](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S0100-40422006000100021)>.

BERG, L. C. et al. Ultrasonography of the equine cervical region: a descriptive study in eight horses. **Equine veterinary journal**, v. 35, n. 7, p. 647-655, 2003.

BEZERRA , L. A. **Uso de imagens termográficas em tumores mamários para validação de simulação computacional**, 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Curso de pós –graduação em engenharia mecânica – Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

BROOKS, J & PUSEY,A. In : Brooks, J; Pusey,A. & Jenkes, A. *Osteopathy and* CARVALHO, C.F. Bases físicas da formação da imagem ultra-sonográfica. **Ultra-sonografia em pequenos animais**. 1. ed. São Paulo: Rocca, 2004, p.365.

CENA, K. Radioactive Heat loss from animal and man. In : Monteih J. L. and Mount, L. E. (eds) Heat Loss from Animals and Man . **Butterworths, London, UK, PP.** 34-57, 1974.

CETINKAYA, Mehmet Alper; DEMIRUTKU, Alper. Thermography in the assessment of equine lameness. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 36, n. 1, p. 43-48, 2012.

CURRY, T.S.; DOWDEY, J.E.; MURRY, R.C. Ultrasound. **Christensen's Physics of Diagnostic Radiology** .4 ed, Williams & Wilkins: Philadelphia, 1990. p.323–371.

DENOIX, J.M. Biomechanics and physical training of the horse. **1 ed. Florida: CRC Press**, p. 89-97, 2004.

DENOIX, J.M. Physical therapy and massage for the horse. **Trafagal Square**, 2001.

DIAKIDES, M.; BRONZINO, J. D.; PETERSON, D.R. **MEDICAL Infrared imaging principles and practices**. New York: CRC Press, 2013.

DIAS, D.C.R; ROCHA, J.S; GUSMÃO, A.L; EL-BACHÁ, R.S; AYRES, M.C.C. Efeito da suplementação com vitamina E e selênio sobre o quadro hematológico, enzimas marcadoras de lesão muscular e índice de peroxidação de biomoléculas em equinos submetidos à atividade de salto. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n. 3, p. 790-801, jul./set.2009.

DYCE, K. M. ; SACK, W. O., WENSING, C. J. G. **The locomotor apparatus**. In: Dyce, K. M., Sack, w. o., Wensing, C. J. G. ( Ed), TextBook of veterinary anatomy, W. b. Saunders, Philadelphia, p. 31-35.

DYCE,K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de anatomia veterinária**. São Paulo: Elsevier, p. 496, 2004.

DYSON, S.J. **The cervical spine and soft tissues of the neck**. In: ROSS, M.W.; DYSON,S.J. Diagnosis and management of lamness in the horse. Saunders, p. 522-531, 2003.

E CÔRTE, A. C. R. e HERNANDEZ, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 4, p. 315-319, 2016.

EDDY, A. L.; VAN HOOGMOED, L. M.; SNYDER, J. R. The role of thermography in the management of equine lamness. **Veterinary Journal**, v. 162, n. 3, p. 172-181, 2001.

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. 172-181, 2001.

ERIKSON, K.R.; FRY, F.J., JONES, J.P. Ultrasound in Medicine- A Review. **Transactions on Sonics and Ultrasonics**, v.21, n.3, p. 144-170, 1974.

FERRAZ, G.C.; QUEIROZ-NETO, A. Guia pratico de exames termograficos em equinos. **Bras J Equine Med** v.31, p. 24-28, 2010b.

FERREIRA, J. J. A.; MENDONCA, L. C. S.; NUNES, L. A. O.; ANDRADE FILHO, A.C. C.; REBELATTO, J. R.; SALVINI, T. F. Exercise associated thermographic changes in Young and elderly subjects. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 36, p. 1420–1427, 2008. DOI: 10.1007/s10439-008-9512-1. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18470619>>.

FERREIRA, K. D. ; FILHO, S. H. À.; BERTOLINO, J.F.; SILVA, L. A. F. DA; VULCANI, V. A. S. TERMOGRAFIA POR INFRAVERMELHO EM MEDICINA VETERINÁRIA. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 13, n. 23, p. 1298-1313, 2016.

FIGUEIREDO, T; DZYEKANSHI, B; KUNZ J; SILVEIRA, AB; RAMOS, C. A importância do exame termográfico na avaliação do aparato locomotor em equinos atletas. **Revista Científica Eletrônica da Medicina Veterinária**, 2012, p.9.

**Fisioterapia em Movimento**, v. 27, n. 4, p. 611-619, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-5150.027.004.AO13>.

FLIR SYSTEMS. **User's Manual- Flir EXX Series**. USA: FLIR SYSTEMS PUBLICATIONS, 2013.

FONSECA, B. P. A. et al. Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 26, n. 11, p. 507-516, 2006.

FONSECA, B.P.A.; ALVES, A.L.G.; NICOLETTI, J.L.M. *et al.* Thermography FURST, A. Cervical vertebral arthrosis in horses: an overview Halswirbelsaulenarthrose beim pferd: **Eine Übersicht Prakt.** v. 87, p. 956-964, 2006.

GAUSSOBORGUES, G. **Infrared Thermography**. Berlin: Springer,1994.

GOLLOB, E.; EDINGER, H.; STANEK,C.; WURNING, C. Ultrasonographic investigation of the atlanto-occipital articulation in the horse. **Equine Vet. J.**, v. 34, p. 44-50, 2002.

GRAFF, K.F. **A History of Ultrasonics in Physical Acoustics**. 15 ed. New York Academic, 1981 p.2-97.

GROSSBARD, Brian P. et al. Medical infrared imaging (thermography) of type I thoracolumbar disk disease in chondrodystrophic dogs. **Veterinary Surgery**, v. 43, n. 7, p. 869-876, 2014.

LATORRE, R.; RODRIGUEZ, M. J. In search of clinical truths: equine and comparative studies of anatomy. **Equine veterinary journal**, v. 39, n. 3, p. 263-268, 2007.

HAGER, D.A. The diagnosis of deep muscle abscesses using two-dimensional HARCKE, H.T.;GRISSOM, L.E. AND FINKELSTEIN,M.S. Evolution of the musculoskeletal system with sonography. **Am. J. Roentgenol.** v. 150, p. 1253-1261, 1988.

HAUSSLER, K.K. Equine Chiropractic: general principles and clinical applications. In: AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 2000, Proceedings..., v.46, p.84-93, 2000.

HAUSSLER, Kevin K. **Functional Anatomy and Clinical Biomechanics of the Equine Cervical Spine.**

FRAZER, M.L. **Atlas of equine ultrasonography.** 1 ED. Oxford: Willey Blacwell, 2014, p . 199-210.

HEAD,M. **Ultrasonography of the neck and back.** In: Kido, J. A.;Lu, K. G.;; Frazer,M. L. Atlas of equine ultrasonography. 1 ed. Oxford: Willey. HENSON, F. M. D. Equine back pathology: diagnosis and treatment. West Sussex: Blackwell Publishing, 2009.

HENSON, F.M.D. **Equine Neck and Back Pathology.** 2 ed. Oxford: Wiley,.p.27-36, p.149-150, 2018.

HERSHEL, F. W. Experiments on the refrangibilityof the invisible rays of the sun. **The Philosophical Magazine**, p. 284-292, 1800b. Dsiponível em: <<https://tandfonline.com/doi/full/10.1098/14786440008562602> >

HETT, A. R.; BUSATO, A.; UELTSCHI, G. Radiographic measurements of the equine cervical spine with arthrotic alterations-a retrospective statistical study. **Pferdeheilkunde**, v. 22, n. 3, p. 24, 2006.

GETTY, R. SISSON AND GROSMANS`S. **Anatomia dos Animais Domesticos**, v. 1, 5ª ed.. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p. 235-238, p. 324-327, p. 362-370, 1986.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. **Sensors**, v. 10, n. 5, p. 4700-4715, 2010.

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. **Can Vet J.** v. 44, p.392-396, 2003.

HOLMES, Layne C. 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, 2003.

HURNIK, J. F.; BOER, S. De; WEBSTER, A. B. Detection of health disorders in dairy cattle utilizing a thermal infrared scanning technique. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 64, n. 4, p. 1071-1073, 1984.

INFERNUSO, T. et al. Thermal Imaging of Normal and Cranial Cruciate Ligament-Deficient Stifles in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 39, p. 410–417, 2010.

**Infrared Physics & Technology**, v. 62, p. 1–6, 2014. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.infrared.2013.09.011>. Disponível em: injections and palmar digital neurectomy in horses. *Vet J.* v. 164, n. 2, p. 129-141, 2002.

JANES, J. G. et al. Cervical vertebral lesions in equine stenotic myelopathy. **Veterinary pathology**, v. 52, n. 5, p. 919-927, 2015.

JIANG, L. J. et al. A perspective on medical infrared imaging. **Journal of medical engineering & technology**, v. 29, n. 6, p. 257-267, 2005.

JIANG, L. J.; NG, E. Y.K.; YOU, A. C. B.; WU, S.; PAN, F.; YAU, W. Y.; CHEN, J. H.; YANG, Y. A perspective on medical infrared imaging. **Journal of Medical Engineering and Technology**, v. 29, n. 6, p. 257-267, 2005.

JOHNSON, V. Diagnostic imaging: Reflecting on the past and looking to the future. **Veterinary Record**, v. 172. N. 21, p. 546-551, 2013.

KASTBERGER, G.; STACHL, R. **Infrared imaging technology and biological applications**. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers 35, 429-439, 2003.

KIDD, J. A.; LU, K. G.; FRAZER, M. L. et al. **Atlas of Equine Ultrasonography**. 1 ed, Wiley Blackwell, p. 1, 2014.

KRAUS, M.; MAHAFFEY, M.; GIRAED, E.; CHAMBS, J.; BROWN, C.; COATES, J. Diagnosis of C5-C7 spinal luxation using 3D computed tomographic LAHIRI, B. B.; BAGAVATHIAPPAN, S.; JAYAKUMAR, T.; PHILIP, J. Medical applications of infrared thermography: A review. **Infrared Physics and Technology**, v. 55, n. 4, p. 221-235, 2012. Disponível em : <<https://dx.doi.org/10.1016/j.infrared.2012.03.007>>.

LAHUNTA, A.; GLASS, E.; KENT, M.; *Veterinary neuroanatomy and clinical neurology*. 4 ed. St. Louis : Elsevier, 2015.

LAMB, C.R.; STOWATER J.L.; PIPERS F.S. The first twenty-one years of veterinary diagnostic ultrasound. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v.29, n.1, p.37-45, 1988.

LATORRE, R.; RODRIGUEZ, M. J. In search of clinical truths: equine and comparative studies of anatomy. **Equine veterinary journal**, v. 39, n. 3, p. 263-268, 2007.

LUDWIG, N.; FORMENTI, D.; GARGANO, M.; ALBERTI, G. Skin temperature LUZI, F., MITCHELL, M.; COSTA, L. N.; RADAELLI, V. **THERMOGRAPHY: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine**. Brescia: FONDAZIONE INIZIATIVE ZOOPROFILATTICHE E ZOOTECHNICHE BRESCIA, 2013.

MACLEAY, J. M., Diseases of musculoskeletal system. In: Reed, S.M., Bayly, W.M., Sellon, D. C ( Eds): *Equine Internal Medicine*. St. Louis: W. B. Saunders Company; 461-522.

MARINO, D. J.; LOUGHIN, C. A. Diagnostic imaging of the canine stifle: A review. **Veterinary Surgery**, v.39, n. 3, p. 284-295, 2010.

MAYHEW, G.J. *The disease spinal cord*. In: AMERICA ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1999, Lexington. *Proceedings...*, Lexington : MEIRA, L. F. de; KRUEGER, E.; NEVER, E. B.; NOHAMA, P.; SOUZA, M. A. Termografia na área biomédica. **Pan American Journal of Medical Thermology**, v. 1, n. 1, p. 31-41, 2014.

MEOLA, C. Origin and Theory of Infrared Thermography. In: MEOLA, C. editors. **Infrared Thermography: recent advances and future trends**. New York: Bentham Science, 2012(b).

MODEST, M. F. **Radiative Heat Transfer**. Massachusetts: Waltham Academic Press, 2013.

MOFFARTS, B.; KIRSCHVINK, N; ART, T.; PINCEMAIL, J.; MICHAUX, C.; CAYEUX, K.; DEFRAIGNE, J.; LEKEUX, P. Impact of training and exercise intensity on blood antioxidant markers in healthy Standardbred horses. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, Cambridge, v. 1, n. 3, p. 211-220, 2004.

MOLLMANN, K.; KARSTADT, D.; PINNO, F.; VOLLMER, M. Selected critical applications for thermography: Convections in fluids, selective emitters and highly reflecting materials. In: **Proceedings of the Infrared Camera Calibration Conference**. Las Vegas, p. 161-173, 2005.

NAGY, P.B. An Introduction to Ultrasound. **Ultrasonics**, v.40, n 1-8, p.689-696, 2002.

NAZARIAN, Levon N. et al. Paraspinal ultrasonography: lack of accuracy in evaluating patients with cervical or lumbar back pain. **Journal of ultrasound in medicine**, v. 17, n. 2, p. 117-122, 1998.

NEWMAN, P G.; ROZYCKI, G. S. THE HISTORY OF ULTRASOUND. **Surgical Clinics of North America**, v. 78, n. 2, p. 179-195, 1998.

NG, Y. E. K. A. A review of thermography as promising non-invasive detection modality for breast tumor. **International Journal of Thermal Sciences**, v48, p. 848-859, 2009.

NYLAND, G. T.; MATTOON, J. S. **Small animal diagnostic ultrasound**, 2. ed. WB Saunders, 2002, 461p.

OKADA, K.; TAKEMURA, K.; SATO, S. Investigation of various Essentials factors for optimum infrared thermography. **Journal Of Veterinary Medical Science**, v. 75, n. 10, p. 1349-1353, 2013. DOI: 10.1292/jvms.13-0133.

Palmer, S.E. Effect of ambient temperature upon the surface temperature of the equine limb. **American Journal of Veterinary Research**. v.44, p.1098–1101, 1983.

Palmer, S.E. Use of portable infrared thermometer as a means of measuring limb surface temperature in the horse. **American Journal of Veterinary Research** v.42, p. 105–108, 1981.

PASCOE, D.D.; MERCER, J.B.; WEERD, L. Physiology of thermal signs. In: DIAKIDES, N.A.; BRONZINO, J.D. *Medical infrared imaging*. CRC Press, 6-1 - 6-5, 2008.

PRACTITIONERS : *Pain in the neck meeting*, 2016.

Purohit, R.C. Use of thermography in veterinary medicine. In: Cohen, J.M. and Lee, M.(eds) *Thermography in Rehabilitation Medicine*. **Impress Publication, Wilsonville, Oregon**, pp. 135–147, 2008.

Purohit, R.C., Pascoe, D.D., DeFranco, B. and Schumacher, J. Thermographic evaluation of the neurovascular System of the equine. **Thermology International** 14, 89–92, 2004.

PUROHIT, R.C.; BERGFELD, W. A.; MCCOY, M. D.; THOMPSON, W. M.; SHARMAN, R.S. Value of clinica thermography in veterinary medicine. **Auburn Vet** 33: 104-108, 1977.

PUROHIT, R.C.; MCCOY, M.D. Thermography in the diagnosis of inflammatory process in the horse. **Am J Vet Res**. v. 41, n.8, p. 1167-1174, 1980.

real time ultrasound. *Proc. Am. Ass. Equine Practnrs*. v. 32, p. 523-529, 1986. reconstruction. **Veterinary Radiology & Ultrasound**. 38 : 39-41, 1997.

REDAELLI, Veronica et al. Use of thermographic imaging in clinical diagnosis of small animal: preliminary notes. **Annali dell'Istituto superiore di sanità**, v. 50, p. 140-146, 2014.

RING, E. F. The discovery of infrared radiation in 1800. **Imaging Science Journal**, v. 48, n. 1, p. 1-8, 2000.

RING, E.F.J. The historical development of thermal imaging in medicine. *Rheumatology* v.43, n.6, p. 800-8002, 2004.

RING, F. J.; JONES, B. F. Historical Development of the Thermometry and Thermal Imaging in Medicine. In.: **Medcial infrared Imaging Principles and Practices**. New York: CRC Press, 2013. P.2-6.

RIZZO, M.; ARFUSO, F.;ALBERGHINA, D.;GIUDICE, E.;GIANESELLA, M.; PICCIONE, G. Monitoring changes in body syrface temperature associated with treadmill exercise in dogs by use infrared methodology. **Journal of Thermal Biology**, v. 69, n. March, p. 64-68, 2017. Disponível em <<https://dx.doi.org/10.1016/j.2017.06007>>.

RUSH, B.R.: GRADY,J.A. Cervical stenotic myelopathy. In: *Compendium equine*. p. 430-436, 2008.

SELBERG, K.; BARRET,M. Imaging of the equine neck. AAEP: Pain in the neck meeting, 2016.

SILVA, C.; MARTINS, R. DE A. A teoria das cores de Newton: um exemplo don uso da história da ciência em sala de aula. HERSHEL, F. W. Investiagtion of the Powers of the Prismatic Colours to Heat and Illuminate Objetcs **PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OFBTHE ROAYAL SOCIETY OF LONDON**, v. 0, n.0, p. 255-283, 1800a.

SIMON, Erika 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.

SMITH, W. M. Application of Thermography in Veterinary Medicine. **Annals New York Academy Sciences**, v. 121, p. 248-254,1964.

SOROKO, M.; DAVIES MOREL, M. C. G. v 1, p. 4-5. Equine Thermography In Practice. Ed. CABI, Boston, 2016.

SOUZA, L. P. et al. Aspectos tomográficos da coluna cervical de equinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 1137-1144, 2012.

SPELTZ, M.C.; OLSON, E.J.; HUNTM L.M.; POOL, R.R.; WILSON, J.H.; CARLSON, C.S. *et al.* Equine intervertebral disk disease: a case report. **J. Equine Vet. Sci.**,v. 26, n. 9, p. 413-419, 2006.

STUBBS,N.C. et al. Dynamic mobilization exercise increase cross sectional area of Musculus Multifídus. **Equine Veterinary Journal**, v. 43, n. 5, p. 522-529, 2011a.

STURION, M. C. T. **Termografia Infravermelha Na Avaliação de Cães Guia em treinamento**. Tese de Doutorado. p. 9, 2019.



TEMPLE,R.S.; STONAKER, H.H.; HOWRY, D.et al. Ultrasonic and conductive methods for estimating fat thickness in live cattle.**Proceedings of the American Society of Animal Production**, n.7, p.477, 1956.

GROSSBARD, Brian P. et al. Medical infrared imaging (thermography) of type I thoracolumbar disk disease in chondrodystrophic dogs. **Veterinary Surgery**, v. 43, n. 7, p. 869-876, 2014.

TUNLEY, B.V.; HENSON, F.M. Reliability and repeatability of thermographic examination and the normal thermographic image of the thoracolumbar region in the horse. **Equine Veterinary Journal** v.36, p.306–312, 2004.

TURNER, T. A. et al. Thermographic evaluation of horses with podotrochlosis. **American journal of veterinary research**, v. 44, n. 4, p. 535-539, 1983.

TURNER, T.A. Diagnosis and treatment of back pain in horses. Proceedings of 16th **Italian Association of Equine Veterinarians Congress**, p. 157-160, 2010.

TURNER, Tracy A. Diagnostic thermography. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 17, n. 1, p. 95-114, 2001.

TURNER, Tracy 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.

UM, Se-Wook et al. Thermographic evaluation for the efficacy of acupuncture on induced chronic arthritis in the dog. **Journal of veterinary medical science**, v. 67, n. 12, p. 1283-1284, 2005.

USAMANTIAGA, R.; VENEGAS,P.; GUEREDIAGA,J.; VEJA,L.; MOLLEDA,J.; BULNES,F.G. Infrared thermography for temperature measurement and non-destructive testing. **Sensors**, v, 14, n. 12, 3305-3348, 2014. DOI: 10.3390/s140712305. Disponível em : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25014096>>.

VAINIONPAA, M. **Thermographic image in cats and dogs usability as a clinical method**. 2014. University of Helsinki, Finlândia 2014. Disponível em : <<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/45311>>.

VAINIONPÄÄ, Mari et al. Comparison of three thermal cameras with canine hip area thermographic images. **Journal of Veterinary Medical Science**, p. 12-0180, 2012.

VAN HOOGMOED, L.M.; SNYDER, J.R. Use of infrared thermography to detect

VON SCHWEINITZ, Dietrich Graf. Thermographic diagnostics in equine back pain. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 15, n. 1, p. 161-177, 1999.

WALLACE, G.A.; SINGH, N.; QUIROGA,E.;TRAN, N. T. The Use the Smart Phone Thermal Imagin for Assesmente of Peripheral Perfusion In Vascular Patients. **Annals of Vascular Surgery** , v. 47, p. 1570161, 2017. Disponível em : <<http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2017.07.028>>.

Willians, G.; McKenna, A. **Horse Movement: Structure, Function and Rehabilitation**. 1 ed, The Crowood Press Ltd.,Ramnsbury, p. 88- 139, 2014.

WILLMORE, J.H; COSTILL, D.L. Fisiologia do Esporte e do Exercício. 2ª ed. São Paulo: Ed. Manole,2001: 96-100.

WU, S.S.H. The clinical use of temperature measurement in medical practice: a historical perspective. Em: LEE, M.H.M.; COHEN,J.M. Rehabilitation medicine and thermography. Impress Publications, 11-14,2007.

ZISOLDOS,R.R. .; T.F, LICKA. The equine neck and is function during movement and locomotion. **Zoology**, v. 118, p. 364-376, 2015.

ZSOLDOS, R. R., LICKA, T. F. , The equine neck end function durong movement and locomotion. **Zoology** (2015), <https://dx.doi.org/10.1016/j.zool.2015.03.005>