

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO**

**Programa de Mestrado em Medicina Veterinária e Bem-  
Estar Animal**

**DANIELA CARVALHO RIBEIRO LOUREIRO DOS SANTOS  
HENRIQUE**

**Avaliação da técnica de termografia por infravermelho para  
diagnóstico e acompanhamento clínico de alterações articulares  
crônicas em cães**

**SÃO PAULO**

**2020**

**DANIELA CARVALHO RIBEIRO LOUREIRO DOS SANTOS  
HENRIQUE**

**Avaliação da técnica de termografia por infravermelho para  
diagnóstico e acompanhamento clínico de alterações articulares  
crônicas em cães**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Senso* da Universidade Santo Amaro, UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. André Maciel Crespilho.

**SÃO PAULO**

**2020**

**DANIELA CARVALHO RIBEIRO LOUREIRO DOS SANTOS  
HENRIQUE**

**Avaliação da técnica de termografia por infravermelho para diagnóstico e acompanhamento clínico de alterações articulares crônicas em cães**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Universidade Santo Amaro, UNISA, como requisito para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária e Bem-Estar Animal

Orientador: Prof. Dr. André Maciel Crespilho

São Paulo, 10 de dezembro de 2020.

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. André Maciel Crespilho - Universidade Santo Amaro

Prof. Dra. Bianca Paola Santarosa – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, campus Unai

Prof. Dra. Ana Paula Ribeiro - Universidade Santo Amaro

Conceito Final: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

*Dedico esta dissertação à nossa  
querida Denise (Dedê para a Sofia),  
Edenilde Carvalho dos Santos, que  
por quase 40 anos foi nosso exemplo  
de amor incondicional*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ser meu guia, fonte da minha força e perseverança.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. André Maciel Crespilho por ter me guiado neste trabalho.

Agradeço ao meu marido Marcelo Rabelo Henrique pelo amor, companheirismo e paciência. E obrigada por ter me apresentado à carreira acadêmica.

Agradeço à minha família, em especial à minha irmã Gabriela, que sempre esteve comigo nos momentos mais decisivos da minha vida.

Muito obrigada às amigas que o Mestrado me presenteou: Camila Abreu, Denise Prado e Millena Campos... sem vocês, com certeza essa jornada seria muito mais árdua.

Meu agradecimento especial para Samantha Giorgi, Willian Molico e Moisés Azevedo: sem a ajuda de vocês, este trabalho não seria possível.

Agradeço a todos os tutores que, mesmo no momento de medo e incerteza durante a pandemia, se prontificaram a me ajudar. Nunca esquecerei do que vocês fizeram por mim.

## RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo a avaliação da termografia por infravermelho para o diagnóstico e acompanhamento clínico de alterações articulares crônicas em cães. Para o estudo foram selecionados 31 animais, de diversas raças, pesos e idades, divididos em 2 grupos: cães hígidos (N=17) ou com Doença Articular Degenerativa (DAD; N=14). Todos os animais passaram por avaliação clínica que incluiu anamnese, exame físico geral e específico do sistema osteoarticular. Adicionalmente, exames complementares de imagem foram empregados para confirmação do diagnóstico definitivo no grupo de animais com DAD. Todos os cães foram submetidos à perimetria dos membros torácicos e pélvicos, goniometria das articulações úmero-radio-ulnares, rádio-cárpicas, fêmur-tíbio-patellares e tíbio-társicas, tanto em flexão quanto em extensão, além da análise termográfica de todas as articulações (FLIR® E40, EUA). Os dados gerados foram submetidos à análise estatística descritiva, além de análise de variância e teste de correlação para determinação das possíveis associações entre os achados do exame clínico ortopédico e os resultados do termograma articular. Não foram observadas variações significativas para a angulação dos membros torácicos comparados aos animais hígidos e portadores de DAD; no entanto, a capacidade de flexão ( $P=0,0453$ ) e extensão ( $P=0,0058$ ) da articulação tíbio-társica direita e flexão da articulação tíbio-társica esquerda ( $P=0,0354$ ) foram influenciadas pela existência de doença articular prévia. Não foram observadas diferenças significativas para a temperatura das diferentes articulações pesquisadas quando comparados os termogramas de animais hígidos e portadores de DAD, exceto para a mensuração termográfica da face cranial da articulação rádio-cárpica esquerda, que apresentou temperatura mais baixa ( $28,57 \pm 0,82$ ) para animais com distúrbios articulares ( $p=0,0121$ ) enquanto para animais saudáveis foi de  $30,88 \pm 0,38$ . Frente aos achados, concluiu-se que a termografia por infravermelho não representou uma técnica eficiente para o diagnóstico e identificação de doenças articulares crônicas em cães.

**Palavras-chave:** articulação, canino, doença articular, temperatura, termograma.

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate infrared thermography for the diagnosis and clinical monitoring of chronic joint changes in dogs. For the study, 31 animals were selected, of different breeds, weights and ages, divided into 2 groups: healthy dogs (N = 17) or with Degenerative Joint Disease (DJD) (N = 14). All animals underwent clinical evaluation that included anamnesis, general and specific physical examination of the osteoarticular system. Additionally, complementary imaging tests were used to confirm the definitive diagnosis in the group of animals with DAD. All dogs underwent thoracic and pelvic limb perimetry, humeri-radio-ulnar, radio-carpal joints, tibio-patellar and tibio-tarsal joints, both in flexion and extension, in addition to thermographic analysis of all joints (FLIR® E40, USA). The data generated were subjected to descriptive statistical analysis, in addition to analysis of variance and correlation test to determine the possible associations between the findings of the orthopedic clinical examination and the results of the joint thermogram. No significant variations were observed for the angulation of the thoracic limbs when comparing healthy animals with DAD; however, the flexion capacity ( $P = 0.0453$ ) and extension ( $P = 0.0058$ ) of the right tibio-tarsal joint and flexion of the left tibio-tarsal joint ( $P = 0.0354$ ) were influenced by the existence of disease previous articulation. No significant differences were observed for the temperature of the different joints studied when comparing the thermograms of healthy animals with DAD, except for the thermographic measurement of the cranial face of the left radio-carpal joint, which had a lower temperature ( $28.57 \pm 0,82$ ) for animals with joint disorders ( $p = 0.0121$ ) while healthy dogs were  $30,88 \pm 0,38$ . In conclusion, infrared thermography was not efficient in the assessing of chronic joint diseases in dogs.

**Keywords:** canine, joint, joint disease, temperature, thermography.

## Lista de tabelas

- Tabela 1-** Referências anatômicas utilizadas para o posicionamento do cursor para determinação da temperatura articular..... 37
- Tabela 2-** Diagnósticos dos cães do grupo com alterações articulares (N=18)..... 40
- Tabela 3-** Média  $\pm$  desvio padrão dos ângulos de flexão e extensão das articulações úmero-radio-ulnar e metacarpofalangeanas direitas e esquerdas, comparando animais hígidos (n= 17) e animais com DAD (n=14)..... 41
- Tabela 4-** Média  $\pm$  desvio padrão dos ângulos de flexão e extensão das articulações fêmur-tíbio-patelar e tíbio-társica direitas e esquerdas, comparando animais hígidos (n= 17) e animais com DAD (n=14).....41
- Tabela 5-** Média  $\pm$  desvio padrão das perimetrias dos úmeros direito e esquerdo e dos fêmures direito e esquerdo, comparando animais hígidos (n=17) e pacientes com DAD (n=14)..... 42
- Tabela 6-** Média  $\pm$  desvio padrão das temperaturas ( $^{\circ}$ C) das articulações dos membros torácicos dos animais hígidos (N=17) e dos animais portadores de DAD (N=14)..... 43
- Tabela 7-** Média  $\pm$  desvio padrão das temperaturas ( $^{\circ}$ C) das articulações dos membros pélvicos dos animais hígidos (N=17) e dos animais portadores de DAD (N=14) ..... 44
- Tabela 8-** Correlação da temperatura das articulações do membro torácico direito dos animais com DAD, com as goniometrias das respectivas articulações. As imagens foram obtidas a partir das faces lateral e cranial ..... 45
- Tabela 9-** Correlação de significância da temperatura das articulações do membro torácico direito dos animais com DAD com as goniometrias das respectivas articulações. As imagens foram obtidas a partir das faces lateral e cranial ..... 45

**Tabela 10-** Correlação de significância das temperaturas das articulações do membro pélvico direito dos animais com DAD com as goniometrias das respectivas articulações. As imagens foram obtidas a partir das faces lateral e caudal ..... 46

**Tabela 11-** Correlação da temperatura das articulações do membro pélvico esquerdo dos animais com DAD, com as goniometrias das respectivas articulações. As imagens foram obtidas a partir das faces lateral e caudal ..... 47

**Tabela 12-** Média  $\pm$  desvio padrão das temperaturas ( $^{\circ}$ C) das articulações FTP dos animais com doença articular crônica e animais hígidos ..... 47

## Lista de figuras

- Figura 1-** Demonstração da distribuição do peso do cão posicionado com os quatro membros apoiados. Na foto, a baropodometria do cão demonstra que 28% da massa se encontra sustentada pelo membro torácico esquerdo, 27% pelo membro torácico direito, 22% no membro pélvico esquerdo e 23% no membro pélvico direito..... 26
- Figura 2-** Ruptura do ligamento cruzado cranial direito de animal alocado no grupo de animais portadores de DAD. A seta evidencia importante avanço da crista da tíbia em relação ao fêmur\_ ..... 32
- Figura 3-** Tomografia do cotovelo do cão alocado no grupo de animais portadores de DAD. Comparação do membro direito hígido com o esquerdo que apresenta displasia de cotovelo. A seta vermelha indica a não união do processo ancôneo; já a seta amarela indica reação óssea proliferativa em crista supracondilar lateral ..... 33
- Figura 4-** Avaliação da articulação coxofemoral direita do cão alocado no grupo de animais hígidos. No detalhe da foto, a examinadora realiza a extensão da articulação a fim de identificar alguma alteração compatível com Displasia Coxofemural..... 34
- Figura 5-** Realização do exame de goniometria da articulação úmero-radio-ulnar direita em flexão total em paciente hígido. No detalhe da imagem, o exame está sendo realizado com o animal em decúbito lateral..... 35
- Figura 6-** Exame de perimetria do membro pélvico esquerdo à altura do cranial do fêmur realizado no cão com DAD..... 36
- Figura 7-** Animal hígido em face lateral para captação das imagens termográficas. Os *spots* representam as referências ósseas utilizadas para a verificação da temperatura articular. *Spot 1*: tubérculo infraglenoidal; *spot 2*: epicôndilo lateral do úmero; *spot 3*: processo estiloide do rádio; *spot 4*: tuberosidade isquiática; *spot 5*: crista troclear lateral do fêmur; e *spot*: 6 talus..... 38

**Figura 8-** Animal hígido em face cranial para captação das imagens utilizadas para a verificação da temperatura articular. Os *spots* representam as referências ósseas; *spot 1* e *spot 4*: tubérculo supraglenoidal; *spot 2* e *spot 5*: côndilo do úmero; e *spot 3* e *spot 6*: carpo radial..... 38

**Figura 9-** Animal com DAD em membro pélvico direito em face caudal para captação das imagens utilizadas para a verificação da temperatura articular. Os *spots* representam as referências ósseas, onde *spot 1* e *spot 4*: tuberosidade isquiática; *spot 2* e *spot 5*: epicôndilo lateral do fêmur; e *spot 3* e *spot 6*: tuberosidade do calcâneo.  
..... 39

## Lista de Abreviaturas

<b>a.C</b>	antes de Cristo
<b>COVID-19</b>	<i>coronavirus disease 2019</i>
<b>DAD</b>	Doença Articular Degenerativa
<b>DCF</b>	Displasia Coxofemural
<b>DDIV</b>	Doença do Disco Intervertebral
<b>d.C</b>	depois de Cristo
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>FAWC</b>	<i>Farm Animal Welfare Council</i>
<b>FC</b>	Frequência Cardíaca
<b>FDA</b>	<i>Food and Drugs Administration</i>
<b>FLIR</b>	<i>Foward Looking Infra Red</i>
<b>FR</b>	Frequência Respiratória
<b>g</b>	grama
<b>Hz</b>	Hertz
<b>LCD</b>	<i>Liquid Crystal Display</i>
<b>MP</b>	Mega Pixel
<b>N</b>	número
<b>NETD</b>	<i>Noise equivalent temperature difference</i>
<b>RLCCr</b>	Ruptura de Ligamento Cruzado Cranial
<b>SARS-Cov-2</b>	<i>Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2</i>
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
<b>TE</b>	Temperatura
<b>TIF</b>	Termografia por Infravermelho
<b>TPLO</b>	<i>Tibial Plateau Leveling Osteotomy</i>

## Lista de Símbolos

°: graus

°C: graus Celsius

%: porcentagem

®: marca registrada

< : menor

“ : polegadas

## SÚMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>17</b>
2.1	Termorregulação Corporal	17
2.2	História da Termografia	19
2.3	Fatores externos que influenciam a Termografia	21
2.4	Termografia na Medicina Humana	22
2.5	Termografia na Medicina Veterinária	23
2.6	Biomecânica estática e dinâmica dos cães	25
2.7	Principais alterações ortopédicas em cães	27
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>30</b>
4.1	Gerais	30
4.2	Específicos	31
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>31</b>
5.1	Local	31
5.2	Critérios de Inclusão	31
5.3	Critérios de exclusão	32
5.4	Exames clínicos gerais e específicos	32
5.4.1	Exames clínicos gerais	32
5.4.2	Exames clínicos específicos	33
5.4.2.1	Goniometria	34
5.4.2.2	Perimetria	35
5.4.2.3	Termografia	36
5.5	Análise Estatística	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>53</b>
	<b>ANEXO</b>	<b>61</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, a senciência dos animais (capacidade dos seres de apresentar percepções conscientes) vem sendo amplamente discutida e, por consequência, a preocupação com Bem-Estar Animal aumenta a cada dia e se fazendo presente em todas as áreas, desde a agropecuária até animais de companhia, passando pela medicina veterinária de animais exóticos entre outras. Por essa razão, em 1965 na Inglaterra, o comitê Brambell formado por inúmeros pesquisadores das áreas de agricultura e pecuária apresentaram pela primeira vez o conceito das Cinco Liberdades que posteriormente foram aperfeiçoadas pela *Farm Animal Welfare Council (FAWC)* e são utilizadas até hoje como referência no estudo e desenvolvimento do Bem-Estar Animal (Autran et al., 2017).

Basicamente, as Cinco Liberdades definem quais ações promovem o estado de Bem-Estar Animal tanto de animais de fazenda quanto animais de companhia e selvagens. São elas: 1. Livre de fome e sede, 2. Livre de dor e doença, 3. Livre de desconforto, 4. Livre de medo e estresse e 5. Livre para expressar seu comportamento natural (Autran et al., 2017). Muitas estratégias estão sendo criadas para maior promoção do bem-estar dos animais.

No âmbito da tecnologia, para promoção do Bem-Estar animal, uma técnica que ganha força é a Termografia por Infravermelho (TIF). Trata-se de um método que capta radiação infravermelha emitida pelos corpos, transformando-a em um mapa térmico (Redaelli et al., 2014, Roberto & De Souza, 2014; Turner, 1991). É capaz de detectar alterações térmicas que podem ser indicadoras de diferentes patologias em humanos e animais, sem promoção de estímulos dolorosos ou desconforto (Vergun, 2020; Oliveira & Silva, 2014; Cortizo et al., 2008).

Na medicina humana e também na área veterinária o emprego da TIF cresce de maneira exponencial, sendo recomendada como exame complementar para detecção de estágios agudos de processos inflamatórios e/ou infecciosos (Figueiredo et al., 2018; Mikail, 2010).

Estudos anteriores indicaram que a TIF pode ser implementada para o diagnóstico precoce de lesões e para o estabelecimento de protocolos fisioterápicos precoces, antes mesmo do paciente apresentar sinais clínicos (Alfieri et al, 2017;

Turner, 1991). Rosseto et al. (2018) e Alfieri et al. (2017) apontaram que câmeras infravermelhas, de forma objetiva e pouco invasiva, estão sendo utilizadas para auxiliar no diagnóstico precoce de Doença Articular Degenerativa (DAD), oncologia (mama, pele), investigação de dores musculoesqueléticas (como hérnias de disco e lombalgias), desordens vasculares (diabetes, trombose venosa profunda), doenças reumáticas, dermatológicas, em cirurgias (na monitoração de drogas nos casos de neoplasias), na medicina esportiva dentre outras condições.

Embora muitos estudos estejam em andamento, ainda há escassez de dados no que tange à real utilidade da técnica de termografia para o diagnóstico de desordens músculo esqueléticas em cães, justificando o desenvolvimento de novas propostas de pesquisa nessa importante área do conhecimento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Termorregulação Corporal

A termorregulação corresponde um conjunto de mecanismos utilizados pelos seres vivos para a regulação e adaptação da temperatura corpórea em diferentes habitats (Souza & Batista, 2012; Turner, 1991). Trata-se de um processo importante, pois alterações de temperatura representam um dos principais fatores de interferência nas funções fisiológicas dos diferentes organismos (Klein, 2014). A termorregulação é regulada por dois sistemas: sistema nervoso central e sistema endócrino. Ambos enviam, pelas fibras aferentes, mensagens ao centro regulador (hipotálamo) que as processa e encaminha as respostas, via fibras eferentes, aos órgãos que produzem os efeitos necessários para a regulação da homeostase (Bechara & Szabó, 2006).

O sistema nervoso possui uma série de neurônios capazes de reconhecer e responder às oscilações de temperatura corporal. Eles são chamados de termorreceptores e estão localizados na parte mais externa do corpo do animal (Dewey, 2017). Quando percebem a mudança de temperatura do meio ambiente, enviam essa informação para o hipotálamo que, conseqüentemente, ativa as respostas fisiológicas necessárias para a manutenção da temperatura (Bialli, 2014).

Já no sistema endócrino, a adrenalina é um hormônio liberado na corrente sanguínea através de células da suprarenal durante os períodos de estresse. Suas derivações, epinefrina e noradrenalina, circulam por vários órgãos preparando o animal para o reflexo de “luta ou fuga”. Essa preparação inclui aumento na frequência e contratilidade cardíaca, vasoconstrição e aumento da pressão arterial (Klein, 2014; Souza & Batista, 2012).

No caso do calor, o desconforto térmico aciona mecanismos termorregulatórios visando a dissipação do calor como sudorese e vasodilatação periférica e que resultam em redução da pressão arterial, compensada pelo aumento da frequência cardíaca (FC) e, posteriormente, da frequência respiratória (Bialli, 2014, Bechara & Szabó, 2006). A vasodilatação periférica eleva a temperatura da superfície e facilita a troca de calor do animal com o ambiente, sendo que a eficácia

deste mecanismo depende do gradiente térmico entre a temperatura corpórea do organismo e das condições térmicas atmosféricas locais (Silva et al., 2018).

Além da convecção e evaporação, o calor do corpo é dissipado através da pele por radiação e condução (Abdulkhaleq, 2018). Dessa forma, a temperatura da pele é geralmente 5°C mais baixa que a temperatura do corpo (Klein, 2014; Turner, 1991). Em baixas temperaturas, os mesmos mecanismos são acionados promovendo vasoconstrição, produção de calor estimulada pela respiração mitocondrial das células presentes no tecido adiposo marrom e a piloereção com objetivo de formar uma camada isolante (Nelson & Couto, 2015).

O padrão circulatório e o fluxo sanguíneo relativo ditam o padrão térmico, que é a base para a interpretação termográfica. É importante salientar que o conhecimento desses padrões térmicos é fundamental para diferenciar o aumento de temperatura local por causas fisiológicas das patológicas (Turner, 1991). No cavalo, por exemplo, sabe-se que as aponeuroses geralmente serão mais quente, incluindo dorso, o tórax, entre os membros pélvicos e ao longo da linha média ventral. O calor sobre os membros tende a seguir as rotas dos principais vasos, a veia cefálica nos membros torácicos e a veia safena nos membros pélvicos (Oliveira et al., 2018).

Celsius (30 a.C - 36 d.C.) definiu os quatro sinais principais ou cardeais da inflamação (rubor, tumor, calor e dor): “*Signa inflammationis quatuor sunt: rubor et tumor, cum calor et dolor*”. A estes sinais, Galeno, médico da antiguidade, acrescentou o quinto sinal, a perda de função (*functio lesae*) da parte afetada (Turner, 1991). Dessa forma, esses sinais são conhecidos como Sinais Cardinais ou Cinco Sinais Clássicos da Inflamação (Klein, 2014).

No caso da inflamação, o organismo animal reage com a liberação, ativação ou síntese de substâncias conhecidas como mediadores químicos ou farmacológicos da inflamação, que determinam uma série de alterações locais, manifestando-se inicialmente por dilatação de vasos da microcirculação, aumento do fluxo sanguíneo e da permeabilidade vascular, com extravasamento de líquido plasmático e formação de edema, diapedese de células para o meio extravascular, fagocitose, aumento da viscosidade do sangue e diminuição do fluxo sanguíneo (Abdulkhaleq, 2018; Bechara & Szabó, 2006).

Temperaturas baixas também representam alterações importantes; a hipotermia pode provocar coagulopatias, insuficiência renal e arritmias cardíacas (Fossum, 2015) e, quando ela se apresenta localizada, pode indicar tecidos lesionados com redução do suprimento sanguíneo como trombo fibrocartilagenoso ou fibroses articulares e atrofia musculares graves como nos casos de lesões crônicas (Ribeiro, 2018; Mikail, 2010).

## **2.2 História da Termografia**

O primeiro relato do uso de diagnóstico termobiológico foi reportado nos escritos de Hipócrates por volta de 480 a.C. (Rekant 2016; Amalu, 2003), descrevendo a aplicação de lama sobre diferentes áreas corpóreas de animais; segundo os relatos, nas áreas onde a lama apresentasse secagem mais rápida poderiam ser diagnosticadas patologias. Desde então, a pesquisa e os estudos clínicos demonstraram que variações de temperatura local poderiam estar relacionadas a processos patológicos no corpo (Amalu, 2003).

A mensuração quantitativa da temperatura corporal é conduzida na prática médica desde o século XVII com a invenção do termômetro de mercúrio a vácuo (Rekant, 2016) pelo físico alemão Gabriel Daniel Fahrenheit (Atanes, 1989). No século XVIII, o termômetro passou a ser usado regularmente em hospitais e Universidades europeias após a publicação de pesquisas do médico holandês Hermann Boerhaave, as quais demonstravam que a temperatura corporal era tão importante quanto o pulso para avaliação do estado de saúde dos pacientes (Atanes, 1989).

As primeiras imagens utilizando o sistema infravermelho datam de 1800 e foram desenvolvidas por Willians Herschel através de experimentos conduzidos na tentativa de “responder qual a natureza do calor” (Oliveira & Silva, 2014; Cortizo et al., 2008). À época, seus experimentos foram importantes pois serviram de base para a visualização do espectro de luz, que é amplamente conhecido nos dias de hoje (Oliveira & Silva, 2014). A partir dos estudos iniciais de Herschel, outras descobertas foram feitas. Em 1843, Henry Becquerel descobriu a luminescência de algumas substâncias quando expostas à radiação infravermelha produzindo, inclusive, emulsões fotográficas. Já em 1880, Samuel Langley construiu o primeiro bolômetro, aparelho que consegue captar diferenças bem pequenas de temperatura

e Case, em 1917, desenvolveu o primeiro detector baseado na interação direta entre fótons de radiação infravermelha e elétrons do material examinado (Veratti, 1992).

Finalmente, em 1929, o primeiro termógrafo foi desenvolvido por Czemy e, em 1940, no período da Segunda Guerra Mundial, o *Sistema de Visão Noturna*, como era conhecida a termografia naquele tempo, foi utilizado em tanques alemães para invasão da Rússia com intuito de detectar a movimentação dos soldados e tanques na escuridão (Cortizo et al, 2008). Em resposta a essa criação, os americanos desenvolveram a FLIR – *Foward Looking Infra Red* (sensor de visão frontal infravermelho) (Akula, et al., 2011; Veratti, 1992).

Na década de 1950, pesquisas militares sobre sistemas noturnos de monitoramento infravermelho para movimentos de tropas inauguraram uma nova era no diagnóstico térmico (Alfieri et al, 2017; Amalu, 2003). Desde então, a termografia se popularizou mundialmente. As primeiras áreas que se beneficiaram com esta técnica, além da indústria bélica, foram a engenharia, arquitetura, segurança pública e agricultura (Redaelli, 2014).

As câmaras termográficas são capazes de detectar variações qualitativas e quantitativas de temperatura numa superfície dependendo do tipo de análise desejada (Hart, 1991). Na avaliação qualitativa, a análise da imagem térmica é simples e compreende a busca por diferenças de temperatura em determinada área examinada. Já na avaliação quantitativa, a análise da imagem passa pela quantificação de variações de temperatura superficial, que poderão indicar uma anomalia na superfície, sendo necessário registrar outros parâmetros, tais como, a temperatura ambiente, umidade relativa, distância à superfície e emissividade (Sakamoto & Fioriti, 2017).

A imagem termográfica ou leitura da temperatura é formada através da captação da emissão de energia do objeto em foco, que passa pelo sistema óptico do termovisor sendo convertida em sinal elétrico no detector. Esse sinal então é exibido como imagem termográfica, que é composta por elementos ou unidades denominadas pixels (Roberto & De Souza, 2014). Trata-se de um equipamento de alta sensibilidade radiométrica, que capta a energia infravermelha emitida pela superfície de um objeto ou corpo e a converte em sinais elétricos, sendo o sinal de temperatura analógico amplificado e convertido em um sinal digital (Ferreira, 2006)

Em 1956 quando Ray Lawson descobriu que a temperatura da pele da mama com câncer era superior ao do tecido mamário normal. Em seu estudo retrospectivo, foram examinadas 26 pacientes e foram encontradas diferenças de temperatura de 1,26°C entre a mama sadia e a doente, onde a diferença máxima de temperatura encontrada foi de 1,95°C e a mínima 0,72°C (Lawson, 1956). Segundo Amalu (2003), desde os anos 1970, muitos centros médicos utilizam a termografia como método auxiliar para o diagnóstico de casos de câncer de mama; porém, somente em 1982, o FDA (*Food and Drug Administration*, Estados Unidos da América) aprovou a técnica para fins de diagnóstico médico.

De acordo com Mikail (2010) a TIF chega a ser até 20 vezes mais sensível do que a palpação na detecção do calor, pois acusa variações de temperatura a partir de 0,05°C. Além da detecção de aumentos de temperatura, o monitoramento de quedas de temperatura local também possui importância para área médica, indicando problemas como fibrose, aderências de fáscias musculares e até mesmo a falta de circulação local (Alfieri, 2017).

### **2.3 Fatores externos que influenciam a TIF**

Alguns fatores podem influenciar a análise termográfica, tais como temperatura ambiente, umidade relativa do ar, ritmos circadianos, uso de medicamentos, angulação e distância na captação das imagens (Silva, 2018; Rekant, 2016, Klein, 2014, Westermann, 2013) além da cor e do tamanho do pelo e nível de estresse do animal (Kwon & Brundage, 2019; Nomura et al., 2018; Silva et al., 2012).

As estações do ano e regime de chuvas também podem interferir na análise termográfica; tais conclusões foram estabelecidas no trabalho de Ruediger et al. (2016), que analisaram a interferência das condições climáticas na motilidade espermática de bovinos, além do estudo de Deak et al. (2019), que investigou o efeito das estações do ano na temperatura corpórea de vacas leiteiras.

Massoterapia e exercícios físicos também não devem ser realizados previamente ao exame termográfico pois, como promovem o aumento da

vascularização, e podem influenciar o aumento de temperatura (McCauley & Van Dyke, 2017; Travian, 2015) interferindo no resultado termográfico (Fukahori, 2018).

Além disso, as faces de avaliação das articulações também parecem influenciar as captações de temperatura. Nomura et al. (2018) relataram que em cães de pelo curto, as faces craniais e laterais apresentaram a mesma emissão de temperatura; porém, quando comparados as faces caudal e medial foram observadas diferenças (plano medial mais quente) para a avaliação térmica. Já nos cães de pelo longo, a única face com alteração de temperatura foi a face medial. Essa diferença de temperatura pode ser justificada por alguns motivos, tais como menor quantidade de pelo nas faces mediais dos membros e presença de vasos sanguíneos mais calibrosos (Loughin & Marino, 2007).

## **2.4 Termografia em Medicina Humana**

Além de detecção de doenças, a termografia vem sendo empregada em seres humanos para determinar estágios clínicos de lesões do sistema musculoesquelético, tornando-se um importante teste complementar diagnóstico (Cortê, 2016). Santos et al. (2014) afirmaram que é ferramenta útil para o diagnóstico precoce de lesões musculares, distúrbios ocupacionais, análise de áreas isquêmicas, identificação de locais de atrito excessivo em próteses e sobrecargas articulares, além do monitoramento do início de processo inflamatório, que ainda não apresentou sinais e sintomas clássicos, propiciando medidas preventivas e intervenção rápida e eficaz.

Na prática esportiva, a TIF se tornou popular pois é instrumento de identificação de riscos e prevenção de lesões (Cortê & Hernandez, 2016), além reconhecer alterações térmicas em casos agudos de injurias musculares, porque permitiria que os atletas sejam tratados de maneira precoce, faria com que retornassem aos treinos mais rapidamente, minimizando possíveis prejuízos, sobretudo para competidores de alto nível (Viegas et al, 2020).

Nos anos 2000 a termografia também foi utilizada para identificar indivíduos febris em aeroportos com objetivo de impedir a disseminação da síndrome respiratória aguda grave (SARS) e influenza aviária (Ferreira et al., 2016; Rekant,

2016). Recentemente, em 2020, retornou à atividade para ajudar no controle da SARS-Cov-2 (popularmente chamada de COVID-19) não somente em aeroportos como nos anos 2000, mas também em grandes estabelecimentos comerciais (Batalha, 2020; Vergun, 2020) devido à gravidade da pandemia.

## 2.5 Termografia na Medicina Veterinária

Segundo Westerman et al. (2013) em medicina veterinária a TIF tem sido utilizada como ferramenta diagnóstica desde 1960, e tem se popularizado por se tratar de método de diagnóstico não-invasivo (Silva et al., 2018; Travian, 2015; Stewart, 2008; Turner, 1991) capaz de identificar estágios de inflamação aguda, determinar estresse de sobrecargas articulares e identificar a evolução de processos de reparação tecidual, por meio da alteração de temperatura local (Redaelli, 2014; Mikail, 2010). Desse modo, a identificação das lesões pode ser feita por meio de registro de imagem, sem interferir na rotina ou agitação dos animais. Pode ser utilizada também para contagem de animais no meio ambiente para controle populacional, segundo relatos de Silva et al. (2019).

Nos animais de produção, a TIF vem sendo utilizada para a identificação do estro, da gestação e dos quadros de mastite em fêmeas bovinas (Deak et al., 2019, Stewart, 2008), avaliação da saúde testicular e qualidade do sêmen de touros (Stelletta et al., 2013), avaliação do estresse térmico de suínos, caprinos, ovinos e aves criados a pasto ou sob regime de confinamento (Souza & Batista, 2012).

Em estudo conduzido por Daltro (2014), a TIF foi utilizada para avaliação da tolerância de bovinos leiteiros submetidos ao estresse térmico. A autora concluiu que a termografia foi eficaz no reconhecimento do estresse por calor pois correlacionou os padrões fisiológicos, como frequência respiratória e temperatura retal alterados, com a temperatura encontrada no úbere dos animais examinados.

No campo da medicina veterinária esportiva equina, muitos estudos da TIF se concentram especialmente dedicados aos cavalos devido à grande movimentação financeira que essa espécie agrega. Seja em competições de turfe ou participação em Olimpíadas, esses animais figuram como verdadeiros atletas de alto rendimento. Dessa forma, uma lesão músculo-esquelética identificada e tratada

precocemente é de suma importância para o retorno às atividades esportivas com a menor redução possível de rendimento (Silva et al., 2020; Oliveira et al., 2018).

Em cães e gatos, essa técnica também pode ser utilizada para a detecção de hipertermia após a realização de exercícios físicos (Rizzo et al., 2017; Rekant et al., 2016; Berkman, 2015; Vainionpää et al., 2012), na avaliação da inflamação em pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos ortopédicos (Rosseto et al., 2018; Formenton, 2015) e avaliação de inflamação local (Nutt et al., 2015). As imagens termográficas também auxiliam na compreensão da termorregulação corporal em razão das mudanças na temperatura superficial e do impacto das condições ambientais sobre o conforto térmico animal (Silva et al., 2018).

Um et al. (2005) induziram um processo de osteoartrite em joelhos de oito cães e dividiram os animais em dois grupos, um tratado com acupuntura e outro sem tratamento. Através da avaliação termográfica infravermelha foi possível detectar redução aos níveis normais da temperatura na pele dos joelhos de cães tratados, ao contrário dos não tratados, os quais mantiveram com a temperatura elevada. Os autores concluíram, portanto que a termografia por infravermelho representou recurso valioso para o acompanhamento e tratamento de osteoartrites.

Formenton (2015) realizou um estudo utilizando a termografia para avaliação da dor e inflamação em 24 cães submetidos à TPLO (*Tibial Plateau Leveling Osteotomy*, osteotomia de nivelamento do platô da tíbia), os quais metade dos pacientes realizaram fisioterapia no pós-operatório e o restante foi agrupado como controle. Neste estudo, a termografia foi importante para a determinação do grau da inflamação local e demonstrou não ter havido diferença importante de temperatura entre o grupo controle e grupo que recebeu acompanhamento fisioterápico.

Comparando joelhos hígidos de animais de pelo longo e de pelo curto, Nomura et al. (2018) demonstraram que animais de pelo curto apresentam maior convecção local, apresentando maiores valores para a temperatura articular média. Porém, neste mesmo estudo, os autores não conseguiram estabelecer se essas diferenças também não poderiam estar relacionadas à possível ação dos pelos mais longos como isolante térmico. No estudo de Vainionpää (2014), 103 gatos de diversas raças e pelagens foram avaliados termograficamente; 58 animais

apresentavam assimetria termográfica e desse total, 47 gatos demonstraram dor à palpação.

## **2.6 Biomecânica estática e dinâmica dos cães**

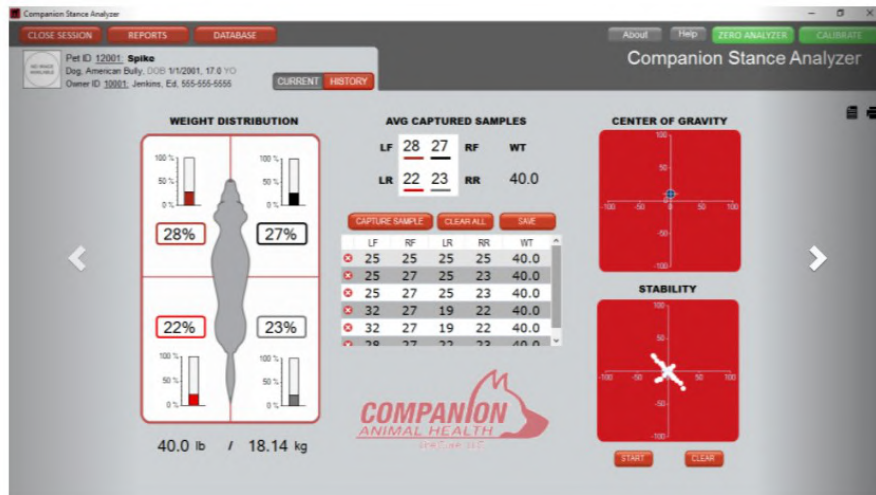
O estudo da biomecânica dos mamíferos quadrúpedes não é recente, porém a maioria dos trabalhos possui enfoque na biomecânica do movimento e na análise biomecânica comparativa do membro com lesão e o membro sem lesão (Vilar et al., 2015; Romano et al., 2006; Rooney, 1968).

Biomecânica é o estudo da física aplicada à biologia e das forças que atuam sobre o “corpo”; e está presente em inúmeras áreas: desde a biomecânica microscópica (avaliação das estruturas celulares e as forças que agem sobre elas) até a biomecânica de biomateriais. Na biomecânica estática, o “corpo” é avaliado em seu equilíbrio (parado) e na biomecânica dinâmica demonstra as forças atuantes durante o movimento (Amadio, 2010; Rooney, 1968).

Na biomecânica estática, o cão é posicionado com os quatro membros em apoio completo, com o centro de gravidade posicionado na região média do tórax atrás da escápula; dessa forma, a massa do cão sofre a seguinte distribuição de força: 60% nos membros torácicos e 40% da massa suportada pelos membros pélvicos (Figura 1) (Henrique & Vituri, 2020; Wheeler & Raiser, 1992).

Porém, durante o movimento, esse centro de massa se torna dinâmico, deslocando-se para o local onde apresenta mais massa (Fischer et al., 2018). Esse centro de massa dinâmico é dividido em três regiões: centro de massa da cabeça, centro de massa do tórax e centro de massa do quadril. Dessa forma, quando há alguma alteração em um desses centros de massa, haverá uma redistribuição compensatória entre os outros dois centros (Griffin et al., 2004).

**Figura 1** - Demonstração da distribuição do peso do cão posicionado com os quatro membros apoiados. Na foto, a baropodometria do cão demonstra que 28% da massa está sustentada pelo membro torácico esquerdo, 27% pelo membro torácico direito, 22% no membro pélvico esquerdo e 23% no membro pélvico direito.



Fonte: Cole & Millis, 2017.

De acordo com Fischer et al. (2013) quando o cão apresenta claudicação no membro pélvico a descarga de peso diminui no membro ipsilateral, porém aumenta no membro pélvico contralateral. Os autores concluíram que essa redistribuição de carga pode indicar efeitos importantes a médio e longo prazo na biomecânica dos cães, provocando alterações sobre o sistema músculo-esquelético. No trabalho de Cole & Millis (2017), dez animais com amputação do membro posterior e submetidos à baropodometria apresentaram a média de descarga de peso maior no membro contra-lateral ao membro amputado.

Eward et al. (2003) constataram que após leve restrição no carpo provocada por uma bandagem, o membro torácico contralateral e o membro pélvico ipsilateral apresentaram alterações notavelmente pequenas mas que, se persistentes, poderiam alterar a biomecânica do paciente provocando lesões degenerativas por sobrecarga articular (Mclean & Millis, 2018).

Como as lesões em membros pélvicos são as mais frequentes em cães (Henrique & Vituri, 2020), a distribuição de peso pode sofrer alterações quando problemas ortopédicos e/ou neurológicos se encontram presentes, podendo acarretar anormalidades biomecânicas em decorrência de dor (Gillette, 2004). Dessa forma, quando o cão apresenta alguma lesão em um dos membros, pode deslocar

seu peso de trás para frente ou de um hemisfério do corpo para outro a fim de diminuir a carga colocada no membro afetado (McClean & Millis, 2018).

## **2.7 Principais alterações ortopédicas em cães**

As afecções ortopédicas são cada vez mais frequentes na rotina veterinária, apresentando-se como consequências comuns de traumas e lesões devido à degeneração articular, que ocorre muitas vezes em virtude da idade, conformação racial do cão e erros de manejo como pisos escorregadios (Epstein, 2017). Essas alterações articulares podem ser divididas em agudas (quando os sinais clínicos ocorrem após minutos ou horas) e crônicas (sintomas aparecem em dias ou semanas) (Nelson & Couto, 2015).

As alterações articulares podem ser divididas em processos não-inflamatórios e inflamatórios; as inflamatórias correspondem às doenças infecciosas ou imunomediadas, enquanto as não-inflamatórias agregam as neoplásicas, processos traumáticos, processos congênitos e os degenerativos (Nelson & Couto, 2015). Entretanto, o serviço ortopédico muitas vezes é acionado somente quando os sinais clínicos já estão muito avançados, dificultando o estabelecimento de protocolos terapêuticos adequados pois, muitas vezes, os tutores não reconhecem sintomas de dor ou outras alterações que indiquem problemas ortopédicos (Henrique & Vituri, 2020).

Normalmente, as lesões articulares agudas são mais facilmente percebidas pelos tutores e, dessa forma, a intervenção veterinária acontece de maneira mais rápida e efetiva, que promove melhor recuperação do local lesionado. Já nas lesões articulares crônicas, a demora na identificação desses problemas, pode provocar alterações articulares irreversíveis, que prejudica cada vez mais o paciente (Waschburger, 2014). Desta forma, fazem-se necessárias diferentes técnicas de abordagem e diagnóstico, especialmente nas alterações crônicas, para que seja possível o estabelecimento de estratégias eficientes de tratamento (Ferrigno, 2018; Andrade et al., 2012).

As lesões que causam distúrbios locomotores são diagnosticadas através de anamnese, exame físico e clínico, exames laboratoriais (nas suspeitas de artrites

imunomediadas), exames de imagem como ultrassonografia articular, radiografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética (Andrade et al., 2012, Wheeler & Raiser, 1992). Outros exames que auxiliam na identificação de problemas osteomusculares e articulares representam a perimetria e a goniometria (Sprague, 2017).

A perimetria consiste na mensuração da circunferência no terço médio dos úmeros e dos fêmures com objetivo de avaliar a tonicidade e trofismo da musculatura local. Representa avaliação rápida de mensuração da massa muscular e consiste em comparar os músculos de um hemisfério com outro identificando possíveis hipotrofias e/ou atrofia (Henrique & Vituri, 2020; McClean & Millis, 2018

). O exame deve ser realizado com o animal posicionado em estação, com os quatro membros apoiados no solo para que a avaliação da tonicidade e trofismo da musculatura seja a mais fidedigna possível (Vicente & Hummel, 2020). Por se tratar de um exame subjetivo, recomenda-se que se faça a comparação entre os membros em estudo, e que o mesmo profissional faça as medições (Botelho & Da Silva, 2018).

Já a goniometria avalia a funcionalidade da articulação pela quantificação dos graus de flexão, extensão e abdução. Utiliza-se o goniômetro posicionando o centro da régua no centro articular e os eixos longos acompanhando as extremidades ósseas acima e abaixo da articulação (Vicente & Hummel, 2019; Millis, 2004). Embora seja um exame muito importante também para avaliar os resultados dos tratamentos conservativos e/ou cirúrgicos articulares, os padrões raciais impedem padronização dos ângulos dos animais híbridos; dessa forma, a comparação entre os membros examinados ainda é a melhor avaliação (Rosseto et al., 2018; Griffon & Hamaide, 2017; Millis, 2004). A título de comparação, enquanto a máxima flexão do cotovelo do Bulldog Francês é de 51° (Formenton, 2019), a máxima flexão do Labrador é de 36° (McClean & Millis, 2018).

O conhecimento desses exames é muito importante para os médicos veterinários, já que a casuística relacionada ao atendimento ortopédico em hospitais veterinários concentra-se em distúrbios articulares. De acordo com Andrade et al., (2012), entre agosto de 2011 a maio de 2012, 54 animais foram atendidos no serviço de ortopedia veterinária da Universidade Federal de Goiás. Destes pacientes, 21%

apresentaram luxação de patela, 19% displasia coxofemoral e 16% ruptura de ligamento cruzado cranial. Já no estudo retrospectivo de Figueiredo et al. (2018), dos 181 animais avaliados entre 2013 e 2015, 47% apresentaram lesões nos joelhos e 44% displasia coxofemoral.

A Doença Articular Degenerativa (DAD) representa um distúrbio progressivo crônico das articulações que resulta em dano na cartilagem articular e alterações degenerativas e proliferativas nos tecidos periarticulares. A DAD pode se manifestar em cães de qualquer tamanho, raça ou idade, e qualquer articulação pode ser acometida, incluindo articulações menores tais como as articulações intervertebrais e metacarpofalangeanas e metatarsofalangeanas (Nelson & Couto, 2015).

A DAD corresponde à causa mais comum de dor crônica reconhecida em cães; ela também representa um dos maiores desafios para o tratamento, pois possui característica progressiva e de difícil diagnóstico precoce (Vilar et al., 2013; Epstein, 2013). Segundo Rosseto et al. (2018), a evolução da DAD provoca impotência funcional ou incapacidade locomotora e diminuição da qualidade de vida do paciente.

Tanto a instabilidade articular anormal quanto o estresse normal em uma articulação alterada promovem mudanças moleculares que levam à DAD, como por exemplo, fibrilação da camada cartilaginosa, tornando-a áspera, alteração no condrócitos e na rede de fibrila de colágeno e diminuição dos proteoglicanos. Todos esses eventos provocam ciclo de inflamação e destruição da cartilagem (Waschburger, 2014).

A dor relacionada à DAD não se limita apenas à superfície articular, mas envolve também estruturas periarticulares causando inflamação da sinóvia, tensão na cápsula articular, maior esforço em ligamentos, tendões e músculos (Epstein, 2013). Além da dor, outros sinais comuns da DAD representam a alteração funcional do membro, diminuição da amplitude de movimento, atrofia muscular, crepitação e edema articular; a dor miofascial pode estar presente em animais artríticos, como resultado secundário à compensação da dor (Rosseto et al., 2018; Nelson & Couto, 2015). Outros fatores importantes que indicam a presença de lesões articulares crônicas provocadas pela DAD são relutância do animal em se levantar ou se mover, claudicação com objetivo de poupar o membro ou local afetado (Wiese, 2015).

Em decorrência à diversidade dos sinais clínicos que podem ser apresentados pelos pacientes com DAD, é muito difícil conseguir padronizar a fase que doença articular além de não ser incomum alguns cães apresentarem reagudização da osteoartrose nos casos de traumas ou excesso de exercício, por exemplo (Epstein, 2017; Wiese, 2015).

### **3. JUSTIFICATIVA**

Pacientes com problemas ortopédicos são comumente encaminhados para o atendimento fisiátrico após diagnóstico pré-estabelecido; contudo, são comuns os quadros em que os pacientes apresentem outras comorbidades articulares, não identificadas no momento da primeira consulta.

A utilização de termografia na avaliação fisioterápica com intuito de identificar alterações precoces de DAD nos membros torácicos devido às lesões já instaladas nos membros pélvicos ajudaria a idealizar protocolos fisioterápicos mais completos que envolveriam, além do tratamento da lesão já diagnosticada, o condicionamento muscular dos outros membros com objetivo de postergar a evolução das lesões compensatórias.

Embora a termografia venha se popularizando na Medicina Veterinária, ainda são escassos trabalhos a respeito da sua aplicabilidade como método de triagem da saúde articular de cães, bem como para diagnóstico e acompanhamento de problemas crônicos em articulações torácicas e pélvicas caninas, justificando o desenvolvimento de novas propostas de pesquisa nessa importante área do conhecimento.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo geral**

Avaliar a sensibilidade da termografia por infravermelho para o diagnóstico de lesões articulares crônicas em cães.

## 4.2 Objetivos específicos

- Avaliar, via termografia, se animais com lesões articulares pré-existentes desenvolvem alterações agudas compensatórias nas articulações contra-laterais e/ou ipsilaterais.
- Determinar se existe diferença de temperatura articular avaliada por termografia com a comparação de cães hígidos e portadores de lesões articulares crônicas.
- Determinar se ocorrem diferenças angulares entre as articulações de cães hígidos e portadores de lesões articulares crônicas.
- Determinar se é possível correlacionar diferenças angulares com a temperatura articular.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Local

O estudo foi conduzido em clínica veterinária pertencente à iniciativa privada (clínica Pata & Patela - Espaço de Reabilitação Pet, Rua Corta Vento 11-A, São Paulo, SP) e autorizado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Santo Amaro (Protocolo número 123/2019). As avaliações termográficas aconteceram entre os meses de janeiro de 2020 a julho de 2020.

### 5.2 Critérios de Inclusão

Foram selecionados 31 cães, de diferentes raças e idades, classificados em dois grupos. Um grupo foi composto por 17 animais hígidos, ou seja, que não apresentavam nenhuma limitação ortopédica e/ou neuromuscular; o outro grupo foi composto por 14 animais portadores de doença articular degenerativa (DAD).

Para o grupo de animais com DAD, os critérios de inclusão foram: presença de crepitação articular em uma ou mais articulações, incluindo as vertebrais, há pelo menos um ano; e/ou animais com histórico de luxação patelar uni ou bilateral de qualquer grau com tratamento cirúrgico e/ou conservativo há pelo menos um ano; e/ou animais com histórico de ruptura de ligamento cranial caudal (RLCCr) uni ou

bilateral e que realizaram tratamento cirúrgico e/ou tratamento conservativo há pelo menos seis meses.

### **5.3 Critérios de Exclusão**

Foram excluídos do trabalho cães indóceis e/ou extremamente agitados, animais com doenças articulares imunomediadas ou com tumores ósseos.

### **5.4 Exames clínicos gerais e específicos**

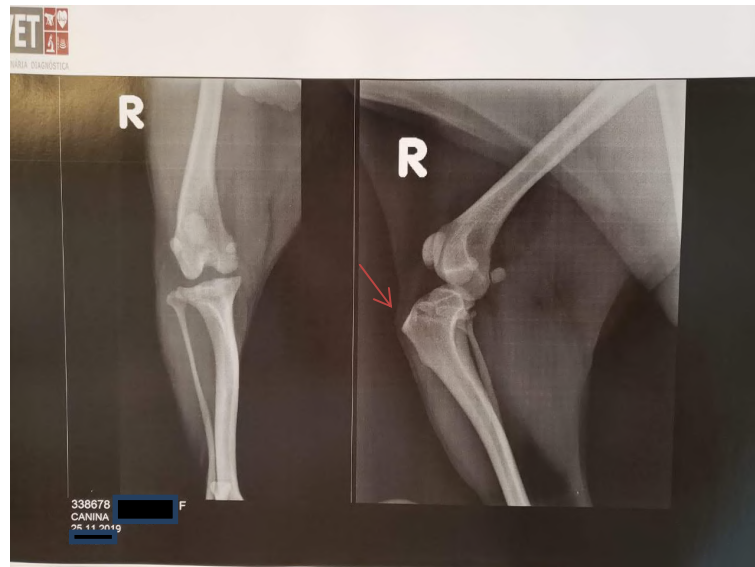
#### **5.4.1 Exames clínicos gerais**

O exame geral dos cães (anamnese, inspeção e avaliação dos exames complementares) foi realizado conforme preconizado por Millis (2014) e Nelson & Couto (2015). Já os exames específicos como a perimetria e a goniometria foram executados conforme demonstrado por Henrique & Vituri (2020), Botelho & Da Silva (2018) e Garrido (2018).

Tanto os exames clínicos gerais e específicos quanto o manuseio do termógrafo e avaliação dos termogramas foram realizados pelo mesmo operador para prevenir possíveis interferências individuais, que pudessem interferir na obtenção dos resultados.

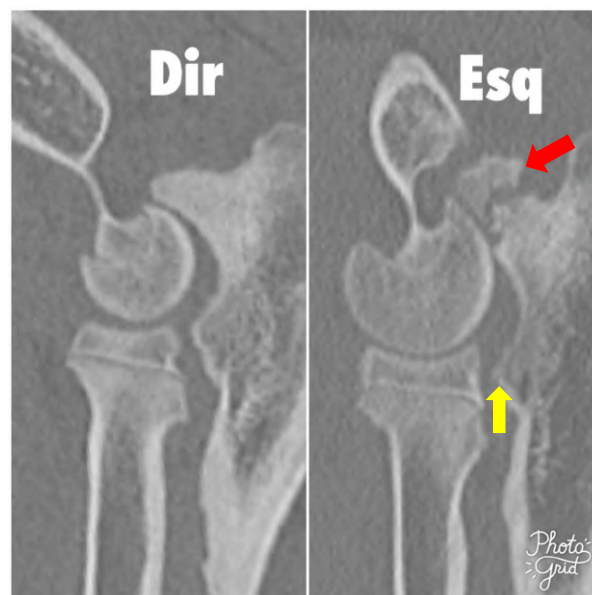
Todos os cães foram submetidos à anamnese completa, inspeção visual para percepção de alguma alteração na deambulação, verificação dos exames de imagem como raio x (Figura 2) e tomografia (Figura 3) para o grupo de animais com DAD.

**Figura 2** - Ruptura do ligamento cruzado cranial direito do animal alocado no grupo de animais portadores de DAD. A seta evidencia importante avanço da tuberosidade tibial em relação ao fêmur.



Fonte: Imagem gentilmente cedida pela tutora Andreia Sanchez, março de 2020.

**Figura 3** - Tomografia do cotovelo de cão alocado no grupo de animais portadores de DAD, comparando o membro direito (hígido) com o esquerdo apresentando displasia de cotovelo. A seta vermelha indica a não união do processo ancôneo; já a seta amarela indica reação óssea proliferativa lisa em crista supracondilar lateral.



Fonte: Imagem gentilmente cedida pelo tutor Raphael Mesquita, abril de 2020.

### 5.4.2 Exame clínico específico

No exame clínico específico foi realizada a palpação das articulações coxofemorais (Figura 4), fêmur-tíbio-patelares, tíbio-társicas, escápulo-umerais, úmero-radio-ulnares e rádio-cárpica com intuito de avaliar a saúde articular, bem como para diagnóstico de possíveis crepitações, dificuldade na realização dos movimentos de flexão e extensão, além da pesquisa de pontos de dor.

A palpação também foi realizada para percepção da sensibilidade dolorosa em toda a coluna, iniciando-se na coluna cervical até a região lombossacra. Foi realizado o teste de tônus muscular de todos os membros, no qual o examinador exerceu uma pressão suave contra os coxins plantares e palmares com objetivo de levantar o membro. A força contrária exercida pelo membro representa a descarga de peso.

**Figura 4** - Avaliação da articulação coxofemoral direita de cão alocado no grupo de animais hípidos. No detalhe da foto, a examinadora realiza o exame de extensão da articulação a fim de identificar alguma alteração compatível com Displasia Coxofemural.



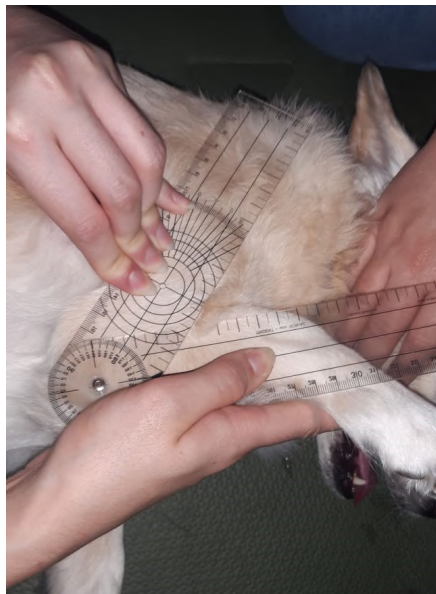
Fonte: (Henrique & Vituri, 2020).

#### 5.4.2.1 Goniometria

A goniometria representa um exame que analisa a saúde articular através da avaliação das angulações máximas e mínimas da flexão e da extensão

(Waschburger et al., 2014) e foi realizada através do goniômetro nas articulações úmero-rádio-ulnar, rádio-cárpicas, fêmur-tíbio-patelares e tíbio-társicas. Para condução desse exame o eixo do goniômetro (Figura 5) foi posicionado no eixo de cada articulação a ser examinada sobrepondo, de maneira paralela, os braços distais e proximais executando-se o movimento angular de medição (Millis, 2004). Neste trabalho, o exame foi realizado com os pacientes posicionados em decúbito látero-lateral para melhor execução das manobras.

**Figura 5** - Realização do exame de goniometria da articulação úmero-radio-ulnar direita em flexão total em paciente hígido. No detalhe da imagem, o exame está sendo realizado com o animal em decúbito lateral.



Fonte: Imagem gentilmente cedida pela médica veterinária Luciene Costa e Silva, (2020).

#### 5.4.2.2 Perimetria

A musculatura dos membros pélvicos e torácicos foi avaliada através da perimetria (Figura 6) realizada com uma fita métrica para aferição da circunferência dos membros. No caso dos membros torácicos, a fita foi posicionada na altura do

terço cranial do úmero e nos membros pélvicos à altura do terço cranial do fêmur (Botelho & da Silva, 2018; Millis, 2004).

**Figura 6-** Exame de perimetria do membro posterior esquerdo à altura do terço cranial do fêmur realizado no cão com DAD.



Fonte: Imagem gentilmente cedida pela médica veterinária Luciene Costa e Silva (2020).

#### 5.4.2.3 Termografia

Para as avaliações termográficas foi empregado o equipamento FLIR® E40 (FLIR Systems Inc, Wilsonville, Oregon, EUA) com as seguintes especificações técnicas: faixa de temperatura: -20 °C a 650 °C; precisão: 2%; sensibilidade térmica (NETD): <0,05 °C; tamanho do display colorido: 3.5" LCD touchscreen; resolução detector (pixels): 160 x 120; foco: manual; mira laser; iluminador de alvo; resolução câmera visual: 3.1 MP; 60 Hz; peso: 825-g.

Previamente a cada avaliação foi realizada a calibração para temperatura ambiente e umidade relativa do ar; essas informações foram extraídas do site [www.tempo1.cptec.inpe.br](http://www.tempo1.cptec.inpe.br). Utilizou-se a escala de cor “arco-íris” com a variação de 17°C a 40°C. Os termogramas foram analisados pelo software *FLIR Tools*® (Wilsonville, Oregon, EUA). Os animais fizeram repouso de 20 minutos antes da condução das análises termográfica, segundo Kwon & Brundage (2019).

Animais dos dois grupos experimentais passaram por análise termográfica das articulações escapulo-umerais, úmero-radio-ulnares e rádio-cárpicas dos membros torácicos e nas articulações coxofemorais, fêmur-tíbio-patelares e tíbio-társicas dos membros pélvicos. A termografia articular foi realizada em duas faces: lateral (Figura 7) e cranial (quando membro torácico) (Figura 8) ou caudal (Figura 9) (quando membro pélvico) iniciando-se pelas articulações coxofemorais, fêmur-tíbio-patelares e tíbio-társicas. Nos membros torácicos, as análises foram conduzidas pelas articulações escapulo-umerais, úmero-radio-ulnares e rádio-cárpicas.

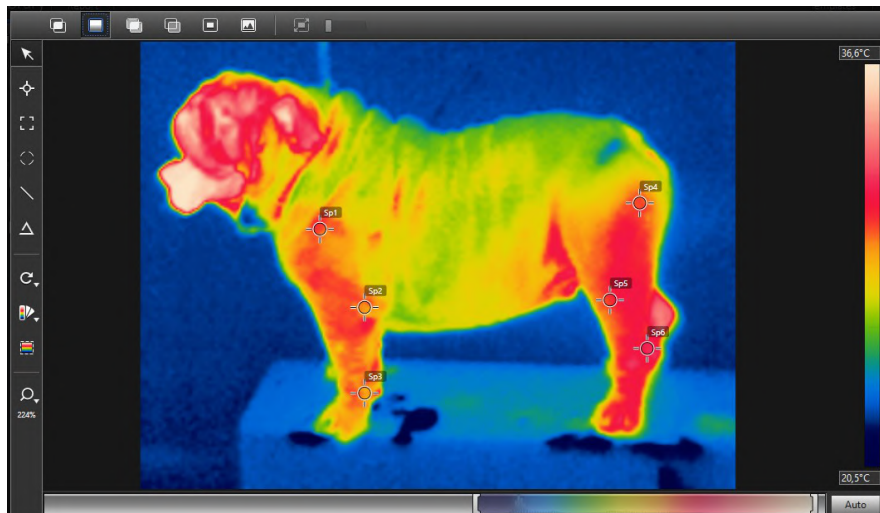
**Tabela 1** - Referências anatômicas utilizadas para o posicionamento do cursor para determinação da temperatura articular.

Articulação	Referência Anatômica	Face
	Trocânter Maior	lateral
Coxofemural	Tuberosidade Isquiática	caudal
	Crista troclear lat. do Fêmur	lateral
Fêmur-tíbio-patelar	Epicôndilo Lateral do Fêmur	caudal
	Talus	lateral
Tíbio-társica	Tuberosidade do Calcâneo	caudal
	Tubérculo Infraglenoidal	lateral
Escápulo-Umeral	Tubérculo Supraglenoidal	cranial
	Epicôndilo Lateral do Úmero	lateral
Úmero-radio-ulnar	Côndilo do Úmero	cranial
	Processo Stilóide do Rádio	lateral
Rádio-cárpica	Carpo Radial	cranial

Fonte: Henrique, (2020).

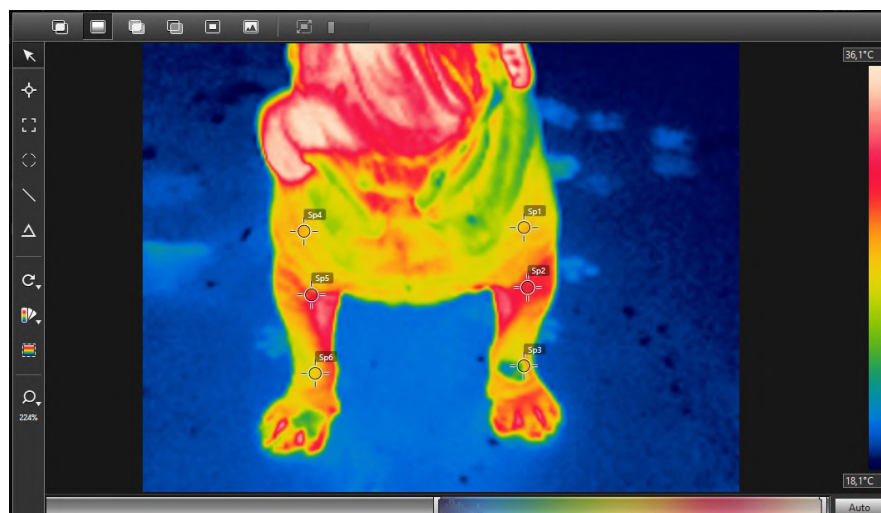
De acordo com a metodologia preconizada por Westermann et al. (2013) e Turner (1991), a câmera foi posicionada a um metro de distância do animal e as imagens foram obtidas respeitando-se um ângulo de 90°.

**Figura 7** - Animal hígido em face lateral para captação das imagens termográficas. Os *spots* representam as referências ósseas utilizadas para a verificação da temperatura articular. *Spot 1*: tubérculo infraglenoidal; *spot 2*: epicôndilo lateral do úmero; *spot 3*: processo estilóide do rádio; *spot 4*: tuberosidade isquiática; *spot 5*: crista troclear lateral do fêmur; e *spot 6*



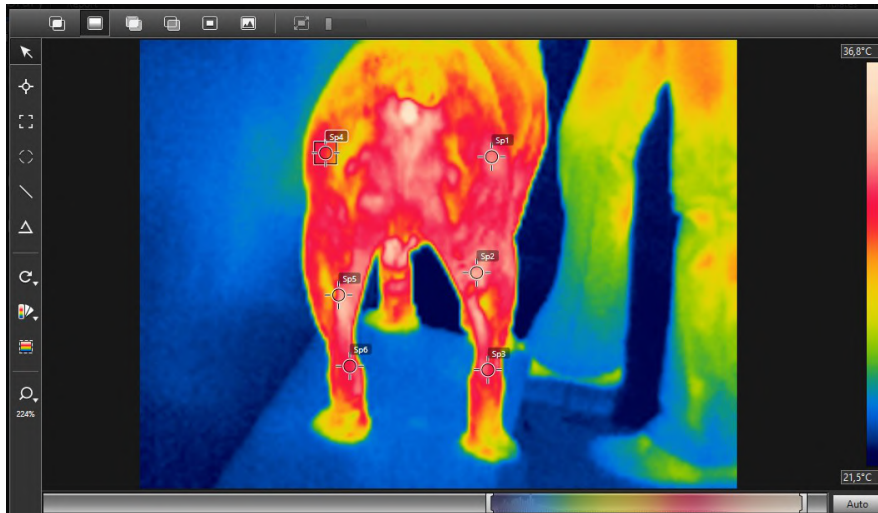
Fonte: Henrique, (2020).

**Figura 8** - Animal hígido em face cranial para captação das imagens utilizadas para a verificação da temperatura articular. Os *spots* representam as referências ósseas. *Spot 1* e *spot 4*: tubérculo supraglenoidal; *spot 2* e *spot 5*: côndilo do úmero; e *spot 3* e *spot 6*: carpo radial.



Fonte: Henrique, (2020).

**Figura 9** - Animal com DAD em membro pélvico direito em face caudal para captação das imagens utilizadas para a verificação da temperatura articular. Os *spots* representam as referências ósseas. *Spot 1* e *spot 4*: tuberosidade isquiática; *spot 2* e *spot 5*: epicôndilo lateral do fêmur; e *spot 3* e *spot 6*: tuberosidade do calcâneo.



Fonte: Henrique, (2020).

## 5.5 Análise Estatística

Para apresentação dos dados utilizou-se a estatística descritiva na forma de média, mediana e desvio padrão. Para verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk* e para verificação da homogeneidade das variâncias foi utilizado o teste de *Levene*. Para todos os dados com distribuição normal foi conduzido o teste *T de Student*. Já para os resultados com distribuição não paramétrica, utilizou-se o teste *Mann-Whitney*. Todos os resultados angulares e de temperatura foram submetidos à análise de correlação de *Pearson*. As análises estatísticas foram realizadas a partir dos programas SPSS v. 25 da HP (Chicago, Illinois, EUA) e GraphPad Prism v. 7.04 (Chicago, Illinois, EUA), considerando o nível de significância de 5%.

Para interpretação dos resultados do teste de correlação foram adotados os seguintes critérios:  $r = 0,0-0,30$  insignificante;  $r = 0,30-0,50$  fraca correlação;  $r = 0,50-0,70$  moderada;  $r = 0,70-0,90$  forte correlação; e  $r = 0,90-1,00$  muito forte, de acordo com Hinkle et al. (2003).

## 6. RESULTADOS

Dos 31 animais selecionados para a pesquisa, 16 cães pertenciam à raça Bulldogs Ingleses, oito sem raça definida (SRD), três Labradores Retrievers, dois Bulldogs Franceses, dois Terra Nova e um representante das raças Poodle, Pit Monster e Bichon Frisé. Os animais apresentaram idade média de  $6,12 \pm 4,54$  anos, peso médio de  $25,73 \pm 13,84$ kg, temperatura retal média no momento do exame de  $38,7 \pm 0,53$  °C. Da amostra de pacientes selecionados, 54,84% (17/31) animais não apresentaram nenhuma alteração articular enquanto 45,16% (14/31) cães apresentaram algum grau de DAD. Em relação ao gênero, 67,74% eram machos e 32,26% fêmeas.

Na população de cães com lesões articulares foram observadas como alterações mais prevalentes a displasia coxofemoral (DCF), lesões em joelhos e a doença do disco intervertebral (DDIV) conforme ilustra a Tabela-2 abaixo.

**Tabela 2** - Diagnósticos mais encontrados nos cães do grupo com DAD (N=18\*).

Lesões	N*	%
Displasia Coxofemoral	5	27,7
Displasia de Cotovelo	2	11,2
Doença do Disco Intervertebral	4	22,3
Luxação de patela	3	16,6
Osteocondrite Dissecante	1	5,5
TPLO (RLCCr)**	3	16,6

\*Embora o número de portadores de lesões articulares tenha sido de 14 animais, alguns pacientes apresentaram mais de uma alteração patológica. \*\*TPLO (*Tibial Plateau Leveling Osteotomy*) realizada em casos de ruptura de ligamento cruzado cranial (RLCCr).

Não foram observadas variações significativas para os ângulos de flexão e extensão das articulações dos membros torácicos quando comparados animais saudáveis e portadores de DAD, de acordo com resultados apresentados na Tabela-3. Já na goniometria dos membros pélvicos, as variações foram significativas para os ângulos de flexão ( $P=0,0453$ ) e extensão ( $P=0,0058$ ) da articulação tíbio-társica direita e para o ângulo de flexão da articulação tíbio-társica esquerda ( $P=0,0354$ ), conforme ilustrado na Tabela-4. Não foram encontradas variações significativas para as perimetrias dos membros torácicos e pélvicos comparando-se animais hígidos e pacientes portadores de doenças articulares (Tabela- 5).

**Tabela 3** - Média  $\pm$  desvio padrão dos ângulos de flexão e extensão das articulações úmero-radio-ulnares e rádio-cárpicas direita e esquerda, comparando-se animais hígdos (n=17) e animais portadores de DAD (n=14).

Variável (graus °)	Hígido	DAD	Valor de P
FLURD	52 $\pm$ 2,61	51,5 $\pm$ 3,44	0,9071
EXTURD	161,7 $\pm$ 1,08	159,2 $\pm$ 3,33	0,4891
FLCCD	42,24 $\pm$ 2,82	43,08 $\pm$ 5,09	0,8792
EXTCCD	176,00 $\pm$ 0,70	172,00 $\pm$ 1,53	0,6886
FLURE	50,12 $\pm$ 2,58	50,71 $\pm$ 3,46	0,8890
EXTURE	158,7 $\pm$ 1,02	158,1 $\pm$ 3,53	0,8863
FLCCE	44,35 $\pm$ 3,03	44,14 $\pm$ 4,15	0,9670
EXTCCE	172,00 $\pm$ 2,00	180,00 $\pm$ 4,71	0,5502

FLURD: flexão máxima da articulação úmero-radio-ulnar direita; EXTURD: extensão máxima da articulação úmero-radio ulnar direita. FLCCD: flexão máxima da articulação metacarpofalangeana direita. EXTCCD: extensão máxima da articulação metacarpofalangeana direita. FLURE: flexão máxima da articulação úmero-radio-ulnar esquerda. EXTURE: extensão máxima da articulação úmero-radio ulnar esquerda. FLCCE: flexão máxima da articulação tíbio-társica esquerda. EXTCCE: extensão máxima da articulação tíbio-társica esquerda.

**Tabela 4** - Média  $\pm$ desvio padrão dos ângulos de flexão e extensão das articulações fêmur-tíbio-patelar e tíbio-társicas direita e esquerda, comparando animais hígdos (n=17) e animais portadores de DAD (n=14).

Variável (graus)	Hígido	DAD	Valor de P
FLFTPD	44,53 $\pm$ 2,26	47,86 $\pm$ 2,52	0,3347
EXTFTPD	156,50 $\pm$ 1,73	158,10 $\pm$ 3,09	0,6261
FLTTD	38,27 $\pm$ 1,72	43,85 $\pm$ 2,04	0,0453*
EXTTTD	156,50 $\pm$ 2,34	166,40 $\pm$ 2,33	0,0058**
FLFTPE	43,76 $\pm$ 2,05	46,92 $\pm$ 1,84	0,2784
EXTFTPE	158,5 $\pm$ 1,72	160 $\pm$ 0	0,5252
FLTTE	38,13 $\pm$ 1,70	44,62 $\pm$ 2,48	0,0354*
EXTTTE	156,00 $\pm$ 2,57	162,70 $\pm$ 2,52	0,0760

FLFTPD: flexão máxima da articulação fêmur-tíbio-patelar direita; EXTFTPD: extensão máxima da articulação fêmur-tíbio-patelar direita; FLTTD: flexão máxima da articulação tíbio-társica direita; EXTTTD: extensão máxima da articulação tíbio-társica direita; FLFTPE: flexão máxima da art. fêmur-tíbio-patelar esquerda; EXTFTPE: extensão máxima da articulação fêmur-tíbio-patelar esquerda; FLTTE: flexão máxima da articulação tíbio-társica esquerda; EXTTE: extensão máxima da articulação tíbio-társica esquerda. \*  $p < 0,05$ . \*\*  $p < 0,001$

**Tabela 5** – Média  $\pm$  desvio padrão as perimetrias dos úmeros direito (PerTD) e esquerdo (PerTE) e dos fêmures direito (PerD) e esquerdo (PerPE), comparando animais hígidos (n=17) com animais portadores de DAD (n=14).

Variável (cm)	Hígido	DAD	Valor de P
<b>PerTD</b>	18,81 $\pm$ 0,90	20,21 $\pm$ 1,67	0,4535
<b>PerTE</b>	19,79 $\pm$ 0,67	19,79 $\pm$ 1,40	0,9999
<b>PerPD</b>	35,35 $\pm$ 1,90	37,00 $\pm$ 2,60	0,6054
<b>PerPE</b>	35,71 $\pm$ 1,90	37,86 $\pm$ 2,79	0,5179

Para se testar a possível identificação de lesões compensatórias nas articulações hígidas contralaterais e ipsilaterais de pacientes com DAD, fez-se a média entre as temperaturas articulares dos animais hígidos com os animais portadores de doenças articulares crônicas, tanto dos membros torácicos quanto dos membros pélvicos. Embora as temperaturas articulares dos membros torácicos dos animais com DAD tenham sido menores que as temperaturas dos animais hígidos, não houve diferença significativa para a maioria das aferições térmicas, exceto na articulação rádio-cárpica esquerda face cranial (Tabela-6). Nos membros pélvicos, as médias encontradas para a temperatura das articulações de animais hígidos e de animais com DAD também não diferiram embora as temperaturas dos animais com lesões crônicas também tenham sido menores que as dos animais hígidos (Tabela-7).

Com intuito de avaliar a possível correlação entre a temperatura das articulações lesionadas com a suas respectivas angulações, cada membro foi testado separadamente no modelo estatístico de correlação de Pearson. Nesse contexto, não foram observadas associações significativas entre os resultados da goniometria e da técnica de termografia por infravermelho do membro torácico direito (Tabela-8). Já na correlação do membro torácico esquerdo, foi observada

associação positiva e significativa ( $r= 0,727$ ) entre a temperatura da articulação escápulo-umeral esquerda face cranial e a goniometria da articulação rádio-cárpica esquerda (Tabela- 9).

**Tabela 6** – Média  $\pm$  desvio padrão das Temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) das articulações dos membros torácicos de animais hípidos (N=17) e de pacientes portadores de DAD (N=14).

Variável ( $^{\circ}\text{C}$ )	Hírido	DAD	Valor de P
TEEUDLL	30,96 $\pm$ 0,49	31,2 $\pm$ 0,84	0,8033
TEEUDCC	30,4 $\pm$ 0,49	29,93 $\pm$ 0,77	0,5990
TEURDLL	31,43 $\pm$ 0,32	31,53 $\pm$ 0,58	0,8741
TEURDCC	31,19 $\pm$ 0,44	30,68 $\pm$ 0,90	0,6010
TECCDLL	31,39 $\pm$ 0,41	30,63 $\pm$ 0,71	0,3570
TECCDCC	30,02 $\pm$ 0,43	28,75 $\pm$ 0,85	0,1657
TEEUPELL	30,86 $\pm$ 0,49	30,73 $\pm$ 0,88	0,8975
TEEUPECC	30,29 $\pm$ 0,59	30,04 $\pm$ 0,66	0,7854
TEURELL	31,46 $\pm$ 0,36	31,02 $\pm$ 0,84	0,6097
TEURECC	31,21 $\pm$ 0,47	30,08 $\pm$ 0,73	0,1840
TECCCELL	31,15 $\pm$ 0,44	30,13 $\pm$ 0,93	0,3161
TECCCECC	30,88 $\pm$ 0,38	28,57 $\pm$ 0,82	0,0121*

TEEUDLL é termografia da articulação escapulo-umeral direita face lateral; TEEUDCC termografia da articulação escapulo-umeral direita face cranial; TEEUPELL termografia da articulação escapulo-umeral esquerda face lateral; TEEUECC termografia da articulação escapulo-umeral esquerda face cranial; TEURDLL termografia da articulação úmero-radio-ulnar direita face lateral; TEURDCC termografia da articulação úmero-radio-ulnar direita face cranial; TEURELL termografia da articulação úmero-radio-ulnar esquerda face lateral; TEURECC termografia da articulação úmero-radio-ulnar esquerda face cranial; TECCDLL termografia da articulação rádio-cárpica direita face lateral; TECCDCC termografia da articulação rádio-cárpica direita face cranial; TECCCELL termografia da articulação rádio-cárpica esquerda face lateral; TECCCECC termografia da articulação rádio-cárpica esquerda face cranial. \* $p < 0,05$ .

**Tabela 7** - Média  $\pm$  desvio padrão das Temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) as articulações dos membros pélvicos de animais hígidos (N=17) e de pacientes portadores de DAD (N=14).

Variável ( $^{\circ}\text{C}$ )	Hígido	DAD	Valor de P
<b>TECFDLL</b>	30,15 $\pm$ 0,44	29,18 $\pm$ 0,76	0,2588
<b>TECFDCC</b>	29,46 $\pm$ 0,54	29,25 $\pm$ 0,67	0,8053
<b>TEFTPDL</b>	32,11 $\pm$ 0,44	30,98 $\pm$ 0,73	0,1876
<b>TEFTPDC</b>	31,66 $\pm$ 0,60	30,72 $\pm$ 0,93	0,3849
<b>TETTDLL</b>	31,8 $\pm$ 0,46	30,36 $\pm$ 0,95	0,1524
<b>TETTDCC</b>	32,08 $\pm$ 0,44	30,22 $\pm$ 1,05	0,0856
<b>TECFELL</b>	29,96 $\pm$ 0,53	29,43 $\pm$ 0,90	0,5973
<b>TECFECC</b>	29,55 $\pm$ 0,38	29,31 $\pm$ 0,81	0,7758
<b>TEFTPPELL</b>	32,25 $\pm$ 0,28	31,02 $\pm$ 0,79	0,1472
<b>TEFTPPECC</b>	30,52 $\pm$ 0,56	30,19 $\pm$ 1,00	0,7638
<b>TETTELL</b>	31,7 $\pm$ 0,51	29,51 $\pm$ 1,09	0,0642
<b>TETTECC</b>	31,47 $\pm$ 0,46	29,52 $\pm$ 0,91	0,0508

TECFDLL termografia da articulação coxofemural direita face lateral; TECFDCC termografia da articulação coxofemural direita avaliação cranial; TECFELL termografia da articulação coxofemural esquerda face lateral; TECFECC termografia da articulação coxofemural esquerda face cranial; TEFTPDL termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar direita face lateral; TEFTPDC termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar direita avaliação cranial; TEFTPPELL termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar esquerda face lateral; TEFTPPECC termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar esquerda face cranial; TETTDLL termografia da articulação tíbio-társica direita face lateral ; TETTDCC termografia da articulação tíbio-társica direita face cranial ; TETTELL termografia da articulação tíbio-társica esquerda face lateral; TETTECC termografia da articulação tíbio-társica esquerda face cranial. \*p<0,05.

**Tabela 8** - Correlação da temperatura das articulações do membro torácico direito de animais com DAD<sub>7</sub> com os resultados das goniometrias das respectivas articulações. As imagens foram realizadas nas faces lateral e cranial.

	TEEUDLL	TEEUDCC	TEURDLL	TEURDCC	TECCDLL	TECCDCC
<b>FLURD</b>	-0,232	-0,192	-0,042	-0,284	0,111	-0,008
<b>p</b>	0,467	0,595	0,898	0,37	0,731	0,982
<b>EXTURD</b>	-0,047	-0,057	-0,007	-0,283	-0,431	-0,337
<b>p</b>	0,879	0,868	0,981	0,35	0,142	0,284
<b>FLCCD</b>	0,141	-0,125	0,19	0,135	-0,255	-0,263
<b>p</b>	0,645	0,715	0,534	0,66	0,4	0,408
<b>EXTCCD</b>	0,304	-0,138	0,339	-0,001	-0,021	-0,08
<b>p</b>	0,313	0,686	0,256	0,997	0,945	0,804

TEEUDLL: termografia da articulação escápulo-umeral direita face lateral. TEEUDCC: termografia da articulação escápulo-umeral direita face cranial. TEURDLL: termografia da articulação úmero-radio-ulnar direita face lateral. TEURDCC: termografia da articulação úmero-radio-ulnar face cranial. TECCDLL: termografia da articulação rádio-cárpica direita face lateral. TECCDCC: termografia da articulação rádio-cárpica direita face cranial. FLURD: flexão da articulação úmero-radio ulnar direita. EXTURD: extensão da articulação úmero-radio-ulnar direita. FLCCD: flexão da articulação rádio-cárpica direita. EXTCCD: extensão da articulação rádio-cárpica direita.

**Tabela 9** - Correlação das temperaturas das articulações do membro torácico esquerdo dos animais com DAD com as goniometrias das respectivas articulações. As imagens foram realizadas nas faces lateral e cranial.

	TEEUPELL	TEEUPECC	TEURELL	TEURECC	TECELL	TECECC
<b>FLURE</b>	0,173	0,134	0,092	-0,182	0,378	0,538
<b>p</b>	0,572	0,695	0,765	0,572	0,203	0,071
<b>EXTURE</b>	0,137	-0,181	0,298	0,091	0,119	-0,365
<b>p</b>	0,655	0,594	0,323	0,777	0,699	0,244
<b>FLCCE</b>	0,203	-0,225	0,205	0,086	0,420	0,297
<b>p</b>	0,505	0,505	0,501	0,791	0,153	0,348
<b>EXTCCE</b>	0,374	0,727*	0,543	0,378	0,293	0,370
<b>p</b>	0,208	0,0110	0,055	0,226	0,331	0,236

TEEUPELL: termografia da articulação escápulo-umeral esquerda face lateral. TEEUECC: termografia da articulação escápulo-umeral esquerda face cranial. TEURELL: termografia da articulação úmero-radio-ulnar esquerda face lateral. TEURECC: termografia da articulação úmero-radio-ulnar esquerda face cranial. TECELL: termografia da articulação rádio-cárpica esquerda face lateral. TECECC: termografia da articulação rádio-cárpica esquerda face cranial. FLURE: flexão da articulação úmero-radio ulnar esquerda. EXTURE: extensão da articulação úmero-radio-ulnar esquerda. FLCCE: flexão da articulação rádio-cárpica esquerda. EXTCCE: extensão da articulação rádio-cárpica esquerda. r= coeficiente de correlação \*p<0,05; \*\*p<0,01.

Já nas correlações das temperaturas com as angulações dos membros pélvicos, os resultados foram significativos na goniometria da articulação fêmur-tíbio-patelar direita com a temperatura da articulação coxofemoral (fraca) e com a temperatura da articulação tíbio-társica (moderada), conforme demonstrado na Tabela-10.

No membro pélvico esquerdo, houve uma correlação fraca, porém negativa, entre a temperatura da articulação coxofemoral com a goniometria da articulação tíbio-társica (Tabela-11). Não foram observadas associações significativas entre as correlações das perimetrias, tanto dos membros torácicos quanto dos membros pélvicos direito e esquerdo quando relacionados com as temperaturas das articulações coxofemorais.

**Tabela 10** - Correlação das temperaturas das articulações do membro pélvico direito dos animais com DAD com as goniometrias das respectivas articulações. As imagens foram realizadas nas faces lateral e caudal.

	TECFDLL	TECFDCC	TEFTPDL	TEFTPDC	TETTDLL	TETTDCC
<b>FLFTP</b>	-0,393	-0,369	-0,498	-0,484	-0,068	-0,399
<b>p</b>	0,184	0,214	0,083	0,094	0,835	0,199
<b>EXFTP</b>	0,614*	0,533	0,461	0,430	-0,407	0,710**
<b>p</b>	0,026	0,061	0,113	0,143	0,189	0,010
<b>FLTT</b>	-0,165	0,028	-0,303	-0,156	0,411	-0,387
<b>p</b>	0,609	0,930	0,338	0,629	0,209	0,239
<b>EXTTT</b>	0,416	0,294	0,076	0,049	-0,338	0,288
<b>p</b>	0,158	0,330	0,806	0,874	0,283	0,363

TECFDLL: termografia da articulação coxofemoral direita face lateral. TECFDCC: termografia da articulação coxofemoral direita face caudal. TEFTPDL: termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar direita face lateral. TEFTPDC: termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar direita face caudal. TETTDLL: termografia da articulação tíbio-társica direita face lateral. TETTDCC: termografia da articulação tíbio-társica direita face caudal. FLFTP: flexão da articulação fêmur-tíbio-patelar direita. EXFTP: extensão da articulação fêmur-tíbio-patelar direita. FLTT: flexão da articulação tíbio-társica direita. EXTTT: extensão da articulação tíbio-társica direita. \*p<0,05; \*\*p<0,01.

**Tabela 11** - Correlação das temperaturas das articulações do membro pélvico esquerdo dos animais com DAD com as goniometrias das respectivas articulações. As imagens foram realizadas nas faces lateral e caudal.

	TECFELL	TECFECC	TEFTPELL	TEFTPECC	TETTELL	TETTECC
<b>FLFTPE</b>	-0,099	-0,476	-0,020	-0,503	-0,218	-0,560
<b>p</b>	0,772	0,118	0,955	0,096	0,519	0,058
<b>EXFTPE</b>	#####	#####	#####	#####	#####	#####
<b>FLTTE</b>	-0,103	-0,687*	-0,356	-0,558	0,016	-0,519
<b>p</b>	0,764	0,014	0,282	0,060	0,963	0,084
<b>EXTTTE</b>	0,165	0,390	0,363	0,280	0,272	0,142
<b>p</b>	0,607	0,188	0,246	0,355	0,393	0,643

**Legenda:**—TECFELL: termografia da articulação coxofemoral esquerda face lateral. TECFECC termografia da articulação coxofemoral esquerda face caudal. TEFTPELL: termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar esquerda face lateral. TEFTPECC: termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar esquerda face caudal. TETTELL: termografia da articulação tíbio-társica esquerda face lateral. TETTECC: termografia da articulação tíbio-társica esquerda face caudal. FLFTPE: flexão da articulação fêmur-tíbio-patelar esquerda. EXFTPE: extensão da articulação fêmur-tíbio-patelar esquerda. FLTTD: flexão da articulação tíbio-társica esquerda. EXTTTD: extensão da articulação tíbio-társica esquerda. #. Não foi possível calcular porque pelo menos uma das variáveis é constante.

Adicionalmente, foram realizadas avaliações independentes da temperatura das articulações de joelho (lesão mais presente no nosso estudo) para comparação com a temperatura da mesma articulação, porém de animais hígidos, conforme ilustra a Tabela-12 abaixo.

**Tabela 12** - Média  $\pm$  desvio padrão das Temperaturas ( $^{\circ}$ C) dos animais com alterações nas articulações FTP (N=6) e animais hígidos (N=17).

Variável ( $^{\circ}$ C)	FTP com lesão	FTP hígida	Valor de P
<b>TEFTPDLL</b>	31,15 $\pm$ 1,14	31,98 $\pm$ 0,58	0,4849
<b>TEFTPDC</b>	31,5 $\pm$ 1,16	31,43 $\pm$ 0,69	0,9568
<b>TEFTPELL</b>	32 $\pm$ 1,04	32,3 $\pm$ 0,51	0,7743
<b>TEFTPECC</b>	31,15 $\pm$ 1,17	30,41 $\pm$ 0,71	0,5847

TEFTPDLL: termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar direita face lateral. TEFTPDC: termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar direita face caudal. TEFTPELL: termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar esquerda face lateral. TEFTPECC: termografia da articulação fêmur-tíbio-patelar esquerda face caudal.

## 7. DISCUSSÃO

Neste trabalho, as alterações ortopédicas mais prevalentes que foram diagnosticadas nos cães corroboraram com os estudos de Figueiredo et al. (2018) e Andrade et al. (2012). Neste contexto, foi observado maior predomínio de alterações articulares patológicas nos membros pélvicos, resultados que se assemelharam aos reportados por Epstein (2017) e Epstein (2013). De acordo com Cole & Millis (2017) e Eward (2003), tais articulações estão sujeitas a maior sobrecarga de peso, justificando os resultados encontrados neste trabalho.

A escolha das referências anatômicas para captação das imagens térmicas foi determinada pela importância na anatomia articular, pois não foi encontrada padronização na literatura para análise da temperatura nas articulações. Loughin e Marino (2007) determinaram regiões para as avaliações dos termogramas; na articulação escápulo-umeral, eles definiram uma área que iniciava-se no meio da escápula indo até o terço distal do úmero e a face cranial da cabeça do úmero até a região da quarta costela. Já na articulação úmero-rádio-ulnar, segundo McGowan et al. (2015) e Loughin & Marino (2007), a região foi definida como terço distal do úmero até o terço proximal do rádio-ulna e a face cranial do rádio-ulna até a borda caudal do olécrano.

Nos trabalhos de Fukahori et al. (2018) e Um et al. (2005), foram relatadas que a análise termográfica foi feita na articulação do quadril sem especificar exatamente a posição do *spot* para avaliação do termograma. Nas avaliações dos joelhos, Nomura et al. (2018) definiram a parte cranial da patela à porção caudal do gastrocnêmio e do terço distal do fêmur ao terço proximal da tíbia, assim como realizado no estudo de Infernuso et al. (2010). Já no trabalho de Della Nina (2012), foi traçado quatro quadrantes no joelho respeitando as delimitações anatômicas porém sem especificá-las.

A captura das imagens foi executada com os cães em estação, conforme preconizou Cugmas (2020) e, embora todas as faces (cranial, caudal, lateral e medial) foram avaliadas nos trabalhos de Travian et al. (2015), neste estudo, optou-se pela exclusão da face medial pois, devido à dificuldade do posicionamento, os cães poderiam ficar estressados, aumentando a temperatura corporal e interferindo no resultado, conforme alertou Nomura et al. (2018) em seu estudo.

Trabalhos anteriores utilizaram a termografia por infravermelho e envolveram as espécies canina (Cugmas, 2020; Della Nina, 2012), felina (Nutt, 2015), equina (Oliveira, 2018), bovina (Ruediger, 2016), caprina (Deak, 2019) e animais silvestres (Silva, 2019). E, embora a sensibilidade e acurácia da técnica tenham sido estabelecidas para o diagnóstico de lesões agudas em joelhos após RLCCr (Formenton, 2015; Infernuso, 2010), inflamação em articulações coxofemorais em cães (Fukahori, 2018) e ainda na identificação de lesões na coluna (Nomura, 2015), não há estudos que tenham avaliado o emprego dessa técnica para o diagnóstico e acompanhamento de lesões articulares crônicas em cães.

Os estudos com termografia possuem importantes fontes de variação na captação das temperaturas, sendo uma delas a heterogeneidade da amostra dos indivíduos como porte, idade, tamanho e quantidade de pelos. O tamanho dos pelos pode influenciar na captação da temperatura, conforme relatado no trabalho de Kwon & Brundage (2019), pois o pelo curto facilitaria a convecção da temperatura local, fazendo-a ser maior quando comparado ao pelo longo que serviria de isolante térmico (Nomura et al., 2018). Além disso, o comprimento do pelo dificulta a localização da referência anatômica para análise do termograma (Vainionpää, 2014).

Não foram observadas diferenças significativas para os ângulos articulares dos membros torácicos quando comparados os animais hígidos com os pacientes com lesões articulares. Esses resultados foram semelhantes aos reportados por Formenton et al. (2019) e Thomovsky et al. (2016). Entretanto, quando comparadas as médias angulares de cada articulação dos animais hígidos com o grupo DAD, tanto em flexão quanto em extensão, os resultados significativos foram os dos animais com DAD nos quais os ângulos em flexão foram maiores e os ângulos em extensão se apresentaram menores. Tais achados podem ser justificados pelo aumento de volume articular provocado pela hipertrofia óssea encontrada nos casos crônicos, causando diminuição da amplitude articular (Nelson & Couto, 2015; Millis, 2004).

Nos membros pélvicos, as médias das articulações tíbio-társicas direita (flexão e extensão) e esquerda (flexão) foram estatisticamente significativas. Tais resultados indicaram diminuição da capacidade de flexão da articulação, provavelmente causada pelas alterações crônicas como hipertrofia óssea e

aumento de volume articular (Griffon, 2017; Nelson & Couto, 2015). Na EXTTD ( $p=0,0058$ ), a extensão maior dos animais lesionados pode indicar hiperextensão causada por sobrecarga articular, conforme demonstraram Cole e Millis (2018) que, através da baropodometria realizada 10 animais amputados, constatou-se que os membros contra-lateral e ipsilateral à amputação apresentaram aumento médio na descarga de peso.

Alterações nos exames perimétricos de animais portadores de lesões em membro torácico foram reportadas em estudo conduzido por Waschburger et al. (2014). De acordo com os autores, tais alterações no exame fisiátrico ocorreram em função da hipotrofia da musculatura em consequência à dor articular. No entanto, no presente estudo não foram observadas variações significativas quando comparados os resultados obtidos no referido exame para pacientes com ou sem DAD. Tais resultados podem ser justificados pelo fato de que oito indivíduos que integraram o grupo de pacientes com DAD realizavam fisioterapia regularmente e, desse modo, possivelmente apresentavam maior tônus muscular. Nesse contexto, estudos anteriores reportaram que a prática regular de fisioterapia pode aumentar o tônus muscular (McCauley & Zink, 2017), levando ao aumento da vascularização local (Vicente & Hummel 2018) e hipertrofia de grupos musculares (Waschburger et al. 2014). Esses efeitos corroboraram com os achados deste trabalho.

Embora as médias das temperaturas articulares dos membros pélvicos dos animais hígidos tenham sido maiores que dos animais com DAD, as diferenças não foram significativas. Esses resultados diferiram daqueles reportados por Um et al. (2005) e Infernuso et al. (2010). No trabalho de Um et al. (2005), a osteoartrose foi induzida através da administração de suspensão oleosa de *Mycobacterium tuberculosis* inativo provocando sinais clínicos em três semanas. Já no estudo de Infernuso et al. (2010), os cães foram avaliados imediatamente após a realização de cirurgia para RLCCr. Isso pode explicar o porquê da divergência do resultado do trabalho com a literatura, já que os cães deste estudo apresentavam sinais de DAD há pelo menos um ano.

No caso da temperatura das articulações dos membros torácicos, as médias das temperaturas dos cães hígidos também foram maiores que as médias dos animais com lesões crônicas, contudo, o único resultado significativo foi encontrado

na articulação rádio-cárpica esquerda. A temperatura mais baixa da articulação rádio-cárpica esquerda face cranial contradiz os estudos de Nomura et al. (2018) e McGowan et al. (2015) e afirmaram tendência das temperaturas das faces craniais serem mais altas que as faces laterais. Entretanto, como apenas uma face articular apresentou temperatura mais baixa, não se descarta a hipótese de variação da temperatura pela maior presença de pelo, o que dificultou a captação da temperatura local conforme demonstrado por Nomura (2018). O comprimento do pelo provoca perda mínima de temperatura através da convecção, funcionando como um isolante impedindo a dissipação da radiação infravermelha do corpo (Nomura, 2018; Nomura, 2015; Vainionpää, 2014).

Não foram observadas correlações significativas entre a temperatura articular com as mensurações angulares dos membros torácicos. Já nos membros pélvicos, os resultados significativos foram observados entre a correlação da goniometria da articulação fêmur-tíbio-patelar direita com as temperaturas da articulação coxofemoral ( $r= 0,026$ ) e da articulação tíbio-társica ( $r=0,010$ ). Embora não haja na literatura trabalhos correlacionando temperaturas articulares com as respectivas angulações, os resultados encontrados podem caracterizar incremento do peso na articulação hígida por alteração biomecânica provocada por alteração na articulação lesionada conforme o trabalho de Fisher et al. (2018). Em seu trabalho, Fisher et al. (2018) avaliaram a cinemática de 327 cães saudáveis de 32 raças através de fluoroscopia e sistema optoeletrico 3D e constataram que nos membros torácicos, há uma sobrecarga de peso maior quando comparado com os membros pélvicos. Contudo, essa relação pode variar de acordo com a raça.

Não foram observadas diferenças estatísticas para a temperatura do joelho de animais hígidos e daqueles com lesões nas articulações fêmur-tíbio-patelares embora as médias dos animais com lesões nos joelhos se mostraram maiores que as médias dos animais hígidos. No trabalho de Infernuso et al. (2010), compararam-se as temperaturas de joelhos de cães hígidos e submetidos à cirurgia de correção da RLCCr<sub>1</sub> e constataram que as temperaturas dos joelhos lesionados foram maiores que as dos animais hígidos corroborando com este trabalho.

## 8. CONCLUSÃO

Estudos anteriores demonstraram que a Termografia por Infravermelho representou excelente método diagnóstico para lesões articulares agudas, porém neste trabalho, não mostrou a mesma eficiência nas alterações articulares crônicas nem tampouco foi possível realizar diagnóstico precoce de alterações compensatórias ipsilaterais e/ou contra-laterais às lesões articulares já existentes.

## REFERÊNCIAS

- ABDULKHALEQ, Layth Abdulmajeed, et al. **The crucial roles of inflammatory mediators in inflammation: A review** Veterinary World. May; ano 5 v.11, p. 627–635. doi: 10.14202/vetworld.2018.
- AKULA, Aparna, et al. **Thermal Imaging And Its Application In Defense Systems** Academy of Scientific and Innovative Research (AcSIR), India, AIP Conf. Proc. 1391, 333-335; doi: 10.1063/1.3643540, 2011.
- ALFIERI, Fábio Marcon, et al. **Uso da termografia como método de avaliação na medicina física e de reabilitação** Acta Fisiatr. 24(3):147-150; 2017.
- AMADIO, Alberto Carlos, et al. **Introdução à Biomecânica para Análise do Movimento Humano: Descrição e Aplicação dos Métodos de Medição Laboratório de Biomecânica** Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2010/02/biomecanica-descricao-e-aplicacao-de-metodos.pdf> acessado dia 07/09/2020 às 13:07.
- AMALU, Willian C; **A Review of Breast Thermography** F DIACT - Int. Acad. Clini. Thermol., 2003 - thermologyonline.org acessado dia 17/11/2019.
- ANDRADE, Ana Paula Pereira de, et al. **Serviços Em Ortopedia Veterinária. Universidade Federal de Goiás** 2012 Disponível em: <[https://serex2012.proec.ufg.br/up/399/o/ANA\\_PAULA\\_PEREIRA\\_DE\\_ANDRADE.pdf](https://serex2012.proec.ufg.br/up/399/o/ANA_PAULA_PEREIRA_DE_ANDRADE.pdf)>. acessado dia 17/11/ 2019.
- ATANES, Silvio. **O termômetro** In: Revista Super Interessante publicada em 31 mar 1989, 22h00 <https://super.abril.com.br/historia/o-termometro/> acessada dia 28/01/2020.
- AUTRAN, Andréia et al. **Cinco liberdades** PETVet Radar, ano 1, n. 3, p. 1-2, 2017.
- BATALHA, Ricardo. **Como câmeras termográficas estão ajudando no combate à disseminação do Covid-19** <https://revistadigitalsecurity.com.br/como-cameras-termograficas-estao-ajudando-no-combate-a-disseminacao-do-covid-19/> acessado dia 06/09/2020 às 15h:15.
- BECHARA, Gervásio Henrique.; SAZBÓ , Matias Pablo Juan. **Alterações Vasculares e Mediação Química** [https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/patologia/GERVASIOHENRIQUEBECHARA/inflam\\_aspectosvasculares2006.pdf](https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/patologia/GERVASIOHENRIQUEBECHARA/inflam_aspectosvasculares2006.pdf) Acessado 27/02/2020 às 21h:23.
- BIALLI, Amanda Praça. **Termorregulação** Manual Prático de Fisiologia dos Animais Domésticos. 1° ed, p. 116-131, Curitiba-PR Universidade Federal do Paraná, 2014.
- BOTELHO, Rhadanna Tonetti; DA SILVA, Rodrigo Martins Pimentel **Goniometria e Perimetria em Pequenos Animais** Fisiatria em Pequenos Animais 1ed. cap.11, p.87-91. São Paulo: Editora Inteligente, 2018.

COLE, Grayson Lee; MILLIS, Darryl L. **The Effect of Limb Amputation on Standing Weight Distribution in the Remaining Three Limbs in Dogs**. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 30 (1): 59-61, 2017.

CORTÊ, Ana Carolina Ramos, HERNANDEZ, Arnaldo José. **Termografia Médica Infravermelha Aplicada à Medicina do Esporte** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* – v. 22, n. 4 – Jul/Ago, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220162204160783>, 2016.

CORTIZO, Eduardo Cabaleiro et al. **Estado da Arte da Termografia** FORUM PATRIMÔNIO : ambiente, construção e patrimônio sustentável , Belo Horizonte , v. 2, n . 2, mai / ago . 2008.

CUGMAS, Blaž; et al. **Comparison between rectal and body surface temperature in dogs by the calibrated infrared thermometer** *Veterinary and Animal Science* v. 9, p. 1-8, June, 2020.

DALTRO, Darlene dos Santos; **Uso da termografia Infravermelha para avaliar a tolerância ao calor em bovinos de leite submetidos ao estresse térmico** Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Mestre em Zootecnia Porto Alegre (RS), Brasil Março, 2014.

DEAK, Fernanda Luiza Guinossi Barbosa, et al. **Effects of physiological stage and season on infrared thermograms of different body areas of dairy cows raised under tropical conditions** *Animal Reproduction*. v.16, n.2, p.311-316, Apr./Jun. DOI: 10.21451/1984-3143-AR2017-0023; 2019.

DELLA NINA, Marcos Ishimoto. **Avaliação termográfica comparativa da articulação do joelho íntegro e de cães submetidos a duas técnicas de osteotomia corretiva para estabilização articular após ruptura de ligamento cruzado cranial** Tese apresentada Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências, 2012.

DEWEY, Curtis Wells. **Localização da lesão: neuroanatomia funcional e não funcional**. *Neurologia Canina e Felina-Guia Prático*. Ed. Guará. São Paulo-SP cap. 3, p. 42-67. 2017.

EPSTEIN, Mark; RODAN, Ilona. **Osteoarthritis in Dogs** *Veterinary Internal Medical*, vol. 27, issue 5, p. 1011–1019, 2013.

EPSTEIN, Mark E.; **The Prevention and Management of Pain Dogs**. *Canine Sports Medicine and Rehabilitation* 7° ed. Wiley-BlackWell, Iowa, p. 370- 388, 2017.

EWARD, Willian et al. **Effects of unilaterally restricted carpal range of motion on kinematic gait analysis of the dog**. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, vol 16, n. 3, p. 158-163, 2003.

FERREIRA, Jean Henrique et al. **Sistema de detecção de febre por imagens infravermelhas** XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2016.

FERRIGNO, Cássio Ricardo Auada. **Osteoartrose: fisiologia e tratamento** Fisiatria em Pequenos Animais. 1ed. São Paulo: Editora Inteligente p. 392-395. ISBN: 978-85-85315-00-9, 2018.

FIGUEIREDO, Nuno Emanuel Oliveira, et al. **Retrospective study of dogs with neurologic and musculoskeletal diseases attended at a rehabilitation and chronic pain control service.** Ciência animal brasileira, Goiânia, v.19, 1-18, e-44570, 2018.

FISCHER, Martin S., et al. **Three-dimensional kinematics of canine hind limbs: in vivo, biplanar, high-frequency fuoroscopic analysis of four breeds during walking and trotting** Scientific Reports 8:16982 | doi:10.1038/s41598-018-34310-0 p. 1-22, 2018.

FISCHER, Martin S. et. al. **Compensatory load redistribution in walking and trotting dogs with hind limb lameness** Veterinary Journal Sep;197(3):746-52. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.04.009. Epub May 15, 2013.

FORMENTON, Maira Rezende. **Eletroterapia e laserterapia no controle da dor e da inflamação no período pós-operatório em cães submetidos a cirurgia de osteotomia de nivelamento do platô da tíbia: estudo prospectivo** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências, 2015.

FORMENTON, Maira Rezende et al. **Goniometric Assessment in French Bulldogs** Frontiers in Veterinary Science vol.6, art. 424, 2019.

FUKAHORI, Fernanda Lúcia Passos, et al. **Method for auxiliary use of thermography in diagnosing inflammation in the coxofemoral joint in dogs** doi: 10.5433/1679-0359.2018v39n4p1565 Method Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 39, n. 4, p. 1565-1574, jul./ago. 2018.

GARRIDO, Jorge Luque; **Patologias mais frequentes no cão atleta.** Fisiatria em pequenos animais. 1° ed. São Paulo: Editora Inteligente, p. 472-478, 2018.

GILLETTE, Robert L.; ZEBAS, Carole J. **A two-dimensional analysis of limb symmetry in the trot of Labrador retrievers.** Journal American Animal Hospital Association. n.35, p.515-520, 1999.

GRIFFIN, Timothy M., et al. **Biomechanics of quadrupedal walking: how do four-legged animals achieve inverted pendulum-like movements?** The Journal of Experimental Biology 207, 3545-3558 Published by The Company of Biologists doi:10.1242/jeb.01177 p. 3545-3558 2004.

GRIFFON, Dominique; **Complications Associated with External Coaptation** Complications in Small Animal Surgery Wiley Blackwell cap.16, p.110-117, 2016.

HART, J. A. **A practical guide to infra-red thermography for building surveys.** Building Research Establishment Report. ISBN: 0 85125 448 9 United Kingdom: 1991.

HENRIQUE, Daniela Loureiro; VITURI, Fernanda; **Avaliação estática, dinâmica, ortopédica e neurológica.** Fisioterapia em Pequenos Animais. Editora Payá. São Paulo. cap 5. p. 49-55. 2020.

HINKLE, Dennis E.; et al. **Applied statistics for the behavioral sciences.** Houghton Mifflin College Division, 2003.

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

KLEIN, Bradley G.; **Termorregulação** Cunningham tratado de fisiologia veterinária 5. ed. cap.53, p. 1420-1447 - Rio de Janeiro : Elsevier, 2014.

KWON, Claire J; BRUNDAGE, Cord M. **Quantifying body surface temperature differences in canine coat types using infrared thermography** Journal of Thermal Biology v. 82 p.18-22 <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.03.004>; 2019.

LAWSON, Ray **Implications of Surface Temperatures in the Diagnosis of Breast Cancer.** Canadian Medical Journal Aug.15, v. 56, p. 309-310. 1956.

LOUGHIN, Catherine A.; MARINO, Dominic J.; **Evaluation of thermographic imaging of the limbs of healthy dogs** AJVR, vol 68, n. 10, p. 1064-1069 October 2007.

McCAULEY, Laurie, VAN DYKE, Janet B.; **Therapeutic Exercise.** Canine Sports Medicine and Rehabilitation 7° ed. Wiley-BlackWell, Iowa p. 132-157, 2017.

MCLEAN, Hannah; MILLIS, Darryl. **Biomecânica aplicada a pequenos animais.** Fisioterapia em Pequenos Animais. 1.ed. São Paulo: Editora Inteligente. p. 37-42. 2018.

MIKAIL, Solange. **Aprimorando o diagnóstico.** Revista Horse, n. 22, p 46-47, 2010.

MILLIS, Darryl L. **Patient Assessment.** Canine Rehabilitation & Physical Therapy. cap. 12, p. 211-227 ,Saunders ISBN 0-7216-9555-8, 2004.

NELSON, Richard W.; COUTO, C. Guillermo. **Distúrbios nas Articulações** Medicina Interna de Pequenos Animais 5° ed. Elsevier ISBN: 978-85-352-7906-1, 2015.

NOMURA, Roberto Harutomi Correa. **Estudos da aplicação da Termografia em Joelhos e Colunas Vertebrais em cães** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração Clínica, Cirurgia e Patologia Veterinária, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias. 2015.

NOMURA, Roberto Harutomi Correa et al. **Thermographic images from healthy knees between dogs with long and short hair** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.48:12, <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20170040ISSNe1678-4596>, 2018.

NUTT, Kelly R.; et al. **A comparison of non-contact infrared thermometry and rectal thermometry in cats** *Journal of Feline Medicine and Surgery* p. 1–6, doi: 10.1177/1098612X15596564, 2015.

OLIVEIRA, Katia de; et al. **Dinâmica da temperatura da pele de equinos durante atividade física por meio da termografia infravermelha** *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*. ano 4, v.12, p. 327-332, 2018.

OLIVEIRA, Rilavia Almeida de; SILVA, Ana Paula Bispo da. **William Herschel, the invisible rays and the first ideas about infrared radiation**. *Revista Brasileira Ensino Física* [online] vol.36, n.4, p.01-11. ISSN 1806-1117. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172014000400022>, 2014.

OMÓBÓWÁLÉ, T.O. , et al. **A Comparison of Surface Infrared with Rectal Thermometry in Dogs** *Niger Journal Physiology Science* 32, December, p.123-127, 2017.

REDAELLI, Verônica; et al. **Potential application of thermography (IRT) in animal production and for animal welfare. a case report of working dogs** *Ann Ist Super Sanità*, v. 50, n. 2: p. 147-152, 2014.

REKANT, Steven; et al. **Veterinary applications of infrared thermography** *American Journal Veterinary Research*. n. 77, p.98–107, 2016.

RIBEIRO, Mafalda Belo **Identificação de fatores indicadores de prognóstico na mielopatia por embolia fibrocartilaginosa no cão** Tese de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária Universidade de Lisboa, Lisboa, 2018.

RIZZO, Maria; et al. **Monitoring changes in body surface temperature associated with treadmill exercise in dogs by use of infrared methodology** *Journal of Thermal Biology* v.69 p.64–68; 2017.

ROBERTO, João Vinícius Barbosa Roberto; SOUZA Bonifácio Benício de. **Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal** *Journal Animal Behavior Biometeorology* v.2, n.3, p.73-84 ISSN 2318-1265; 2014.

ROBERTSON, Julia; ROBERTSON, Mead. **Exercise and Activity Preparation** *Physical Therapy and Massage for the Dog*. Manson Publishing, London, p 79-111, 2013.

ROMANO, Leandro et al. **Análise biomecânica do joelho íntegro e com ruptura do ligamento cruzado cranial quanto ao grau de deslocamento cranial e rigidez articular em cães** *Acta Cirúrgica Brasileira* – ano 1, v. 21, 2006.

ROONEY, James; **Biomechanics of equine lameness** Cornell Veterinary Jan; ano 58, p. 49-58. 1968.

ROSSETO, Larissa P.; et al. **Alternativas no Tratamento da Osteoartrite** Investigaçao, ano 17, v. 3, p. 06-12, 2018.

RUEDIGER, Felipe Rydygier de, et al. **Digital infrared thermography of the scrotum, semen quality, serum testosterone levels in Nelore bulls (*Bos taurus indicus*) and their correlation with climatic factors** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 37, n. 1, p. 221-232, jan./fev. 2016.

SAKAMOTO, Camila Akemi; FIORITI, Cesar Fabiano. **Estudo de parâmetros relevantes na obtenção de termogramas para diagnósticos de problemas patológicos** REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil v. 13, n. 2. ISSN: 2179-0612, doi: 10.5216/reec.V13i2.44793, 2017.

SANTOS, Maikon Gleibysen Rodrigues; et al. **Termografia: uma ferramenta de auxílio no diagnóstico fisioterapêutico – revisão de literatura.** MTP&RehabJournal, v. 12, p.1013-1032, 2014.

SILVA, Lilian Katia Ximenes; et al. **Respostas Fisiológicas Associadas a Variações Térmicas Diagnosticadas por Termograma Infravermelho em Equinos Submetidos a Esforço Físico Intenso** Agroecossistemas, v. 10, n. 1, p. 265 – 279, ISSN online 2318-0188, 2018.

SILVA, Lucas Gomes.; et al. **Termografia de Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) do perímetro urbano de Campo Grande-MS** PUBVET v.13, n.3, 297, p.1-9, Mar., 2019.

SOUZA, Bonifácio Benício; BATISTA, Nayanne Lopes. **Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal** ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.8, n.3, p 06.-10, jul-set, 2012.

SPRAGUE, Shari; **Introduction to Canine Rehabilitation.** Canine Sports Medicine and Rehabilitation 7° ed. Wiley-BlackWell, Iowa, p. 82-99, 2017.

STELLETTA, Calogero; et al. **Infrared Thermography in Reproduction.** Thermography: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine. p.113-125. June, 2014.

STEWART, Mairi; **Non-invasive measurement of stress and pain in cattle using infrared thermography.** Thesis of Doctor of Philosophy in Animal Science at Massey University, Palmerston North, New Zealand, 2008.

THOMOVSKY, Stephanie A. et al. **Goniometry and Limb Girth in Miniature Daschunds** Journal of Veterinary Medicine Volume 2016, Article ID 5846052, 5 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5846052>, 2016.

TRAVIAN, Tiziano; et al. **Hot dogs: Thermography in the assessment of stress in dogs (Canis familiaris)-A pilot study** Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research , v. 10, p.17-23, 2015.

TURNER, T **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, p. 1283-1284. 2005.

VAINIONPÄÄ, Mari; et al. **Thermographic Imaging of the Superficial Temperature in Racing Greyhounds before and after the Race** The Scientific World Journal Article ID 182749, 6 pages doi:10.1100/2012/182749, 2012.

VAINIONPÄÄ, Mari. **Thermographic Imaging in Cats and Dogs Usability as a Clinical Method** Department of Equine and Small Animal Medicine Faculty of Veterinary Medicine and Doctoral Programme in Clinical Veterinary Medicine University of Helsinki,02/ 2014.

VERATTI, Atílio Bruno. **Termografia: princípios, aplicações e qualidade.** SP: ICON Tecnologia, 1992.

VERGUN, David. **Department uses Thermal Imaging to Detect COVID-19.** <https://www.defense.gov/Explore/News/Article/Article/2178320/department-uses-thermal-imaging-to-detect-covid-19/> May, 2020.

VIEGAS, Fernanda; et al. **The use of thermography and its control variables: a systematic review** Revista Brasileira de Medicina do Esporte – v. 26, n. 1 – Jan/Fev, 2020.

VILAR, Jose M.; et al. **Controlled, blinded force platform analysis of the effect of intraarticular injection of autologous adipose-derived mesenchymal stem cells associated to PRGF-Endoret in osteoarthritic dogs** BMC Veterinary Research, 9:131 <http://www.biomedcentral.com/1746-6148/9/131>, 2013.

VILAR, Jose M et al.; **Biomechanic characteristics of gait of four breeds of dogs with different conformations at walk on a treadmill** Journal of Applied Animal Research, 44:1, p. 252-257, doi: 10.1080/09712119.2015.1031778, 2015.

WASCHBURGER, Diane Jaqueline et al. **Principais Afecções do Ombro de Cães Adultons** Revista Científica de Medicina Veterinária ano 12, n. 22, p. 1-18, 2014 ISSN:1679-7353.

WESTERMANN, Simone; et al. **Effects of infrared camera angle and distance on measurement and reproducibility of thermographically determined temperatures of the distolateral aspects of the forelimbs in horses** Journal of the American Veterinary Medical Association, v. 242, p. 388-395, 2013.

WIESE, Ashley J. **Assessing Pain Pain Behaviors** Handbook of Veterinary Pain Management, ed Elsevier Mosby, 3 ed, cap 5, p.67-97, 2015.

WHEELER, Juan Thomas; RAISER, Alceu Gaspar; **Artroplastia Capsular de Colonna Modificada para cães – III Avaliação Biomecânica**. Ciência Rural, Santa Maria ano 22, v.1, p. 73-84, 1992.

**ANEXOS****PARECER PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO  
DE PROJETO DE PESQUISA****Protocolo CEP 123/2019**

A Comissão de Pesquisa da Universidade Santo Amaro, após análise, autorizou a realização do projeto "Uso da termografia como mecanismo de avaliação de cães de trabalho submetidos ao programa de condicionamento físico", do (a) pesquisador(a) Daniela Carvalho ribeiro Loureiro dos Santos.

Esta autorização da Comissão de Pesquisa não substitui e/ou dispensa a obrigatoriedade de análise ética, quando pertinente. Desse modo, os projetos envolvendo seres humanos devem ser analisados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa - UNISA antes de seu início, bem como os projetos que farão uso de modelo animal devem ser analisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais – UNISA.

Vale ressaltar que o pesquisador se compromete a entregar relatório de atividade no final.

Caso o relatório não seja entregue, o pesquisador será submetido às sanções previstas nas Normas para Atividades de Pesquisa e Regimento Geral da UNISA.

Atenciosamente,

São Paulo, 27 de junho de 2019.

Prof. Dr. Marco Antonio Zonta  
Diretor Pós-Graduação e Pesquisa



**Programa de Pós-graduação Stricto Sensu**  
**Medicina Veterinária - Mestrado**  
**Ata de Dissertação**

Aos décimo dia do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte, via video conferência, conforme Regimento Geral e Regulamento de Pós-graduação da UNISA, teve início, às 14h, o exame de defesa da dissertação intitulada "Avaliação da técnica de termografia por infravermelho para diagnóstico e acompanhamento clínico de alterações articulares crônicas em cães", do(a) mestrando(a) Daniela Carvalho Ribeiro Loureiro Dos Santos Henrique, regularmente matriculado(a) no programa de Mestrado em Medicina Veterinária e Bem-estar Animal. Os requisitos exigidos foram cumpridos, conforme registros constantes nos arquivos da Secretaria da Pós-graduação, segundo encaminhamento do Prof. Doutor Rafael Garabet Agopian, Coordenador do Programa. Os trabalhos foram instalados pelo(a) orientador(a) e Presidente da Banca Examinadora Prof. Doutor André Maciel Crespilho, Doutorado em Reprodução Animal pela UNESP, que foi constituída pelos seguintes professoras: Profa. Doutora Bianca Paola Santarosa, Doutora em Clínica Veterinária pela UNESP e Profa. Doutora Ana Paula Ribeiro, Doutora em Fisioterapia pela USP. A Banca Examinadora, tendo decidido aceitar a dissertação, passou à arguição do aluno(a). Encerrados os trabalhos, deram o parecer final, conforme consta a seguir:

Profa. Doutor André Maciel Crespilho

Parecer: APROVADA Assinatura: \_\_\_\_\_

Dr. André Maciel Crespilho  
Mestrado em Medicina Veterinária  
UNISA

Profa. Doutora Bianca Paola Santarosa

Parecer: APROVADA Assinatura: \_\_\_\_\_

Profa. Doutora Ana Paula Ribeiro

Parecer: APROVADA Assinatura: \_\_\_\_\_

H448 Henrique, Daniela Carvalho Ribeiro Loureiro dos Santos  
Avaliação da técnica de termografia por infravermelho para  
diagnóstico e acompanhamento clínico de alterações articulares  
crônicas em cães / Daniela Carvalho Ribeiro Loureiro dos Santos  
Henrique. – São Paulo, 2020.

61 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Medicina e Bem-Estar Animal) –  
Universidade Santo Amaro – 2020.

Orientador: Prof. Dr. André Maciel Crespilho

1. Articulação. 2. Canino. 3. Doença articular. 4. Temperatura. 5.  
Termograma. I. Crespilho, André Marciel André, orient. II.  
Universidade Santo Amaro III. Título

Elaborado por Mônica de Almeida Sousa CRB8 / 9976