

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSERVAÇÃO DA FAUNA

ANDRÉ LUIZ MOTA DA COSTA

**APLICAÇÕES DIAGNÓSTICAS DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM CANÍDEOS E FELÍDEOS
SELVAGENS *EX-SITU***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Conservação da Fauna para obtenção do título de mestre profissional em Conservação da Fauna.

Orientação: Prof. Dr. João Batista da Cruz

São Carlos

2018

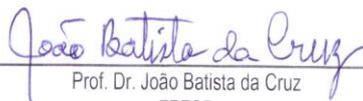


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Conservação da Fauna

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato André Luiz Mota da Costa, realizada em 17/12/2018:



Prof. Dr. João Batista da Cruz
FPZSP



Prof. Dr. Carlos Roberto Teixeira
UNESP



Prof. Dr. Marcos Tokuda
PZMQB



Prof. Dr. Fabricio Braga Rassy
FPZSP

Aos meus pais Basílio e Nadja, por me darem um firme alicerce e incentivo perene.

À minha esposa Patrícia, pelo apoio e motivação de sempre.

Aos meus filhos Ique e Julio, pela inspiração diária.

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Dr. João Batista da Cruz por toda a serenidade e sapiência com que me conduziu e por me apresentar ao PPGCFau, em 2015.

Ao amigo e grande colaborador deste projeto, Msc. Fabrício Braga Rassy, que desde o princípio se propôs a ajudar, apesar da impossibilidade da co-orientação. Grato pelo que agregou a este trabalho.

Ao amigo Rodrigo Teixeira, parceiro de inúmeros projetos e que me apresentou à Termografia Infravermelha.

Aos meus colegas de trabalho no PZMQB, Aduino Luís Veloso Nunes, Cecília Pessutti, Luana Longon Roca e Marcos Tokuda, pelo apoio no ingresso ao PPGCFau e por “segurar as pontas” nas minhas ausências do PZMQB durante as disciplinas.

Aos médicos veterinários residentes do PZMQB, pela ajuda nos casos clínicos que compõe esse projeto e por colaborar nas atividades do Setor Veterinário na minha ausência.

Aos tratadores do PZMQB que tanto ajudaram no registro das imagens, em especial ao Eugênio José da Silva, tratador da maior parte dos canídeos e felídeos do PZMQB.

Aos meus colegas de turma Ana Cláudia Marera, Angélica Sugieda, Cauê Monticelli, Daniel Ferrari e Marcelo Bellini, pelo companheirismo e pelos momentos de diversão que tivemos, apesar das dificuldades em conciliar emprego e mestrado. Agradecimento especial ao amigo Marcelo, pela companhia divertida nas viagens e pelas inúmeras trocas de experiências zoológicas.

RESUMO

A termografia infravermelha é um método não invasivo de diagnóstico por imagem que não requer contenção dos animais. Essa ferramenta provê imagens instantâneas, em tempo real, mesmo a grandes distâncias, sendo muito vantajosa para os animais selvagens. O termógrafo, aparelho que mede a frequência dos raios infravermelhos, localiza regiões quentes ou frias nos tecidos corpóreos, detectando processos fisiológicos ou patológicos que alterem a temperatura corporal. Em comparação com outras modalidades de imagem, não requer anestesia e não expõe o paciente à radiação. No diagnóstico veterinário de animais selvagens, a imagem térmica é usada para determinar as causas de claudicação, lesões e inflamações; no diagnóstico de doenças infecciosas, período reprodutivo e gestação; e para avaliar o bem-estar animal e níveis de estresse. Essa pesquisa teve como objetivo utilizar a termografia infravermelha como ferramenta de diagnóstico remoto em canídeos e felídeos selvagens *ex-situ*. A pesquisa foi desenvolvida no Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros” no município de Sorocaba, estado de São Paulo. Durante um ano as imagens foram registradas quinzenalmente em 45 indivíduos, sendo 18 da Família Canidae e 27 da Família Felidae. O aparelho utilizado para a captação das imagens foi o termógrafo FLIR T460. Durante o estudo nenhuma alteração térmica foi notada nas imagens tomadas quinzenalmente. Doze animais apresentaram sintomas em momentos distintos, sendo então tomadas imagens imediatas e em seguida registradas a cada três dias para acompanhar a evolução do quadro clínico e do tratamento. Alterações térmicas das imagens foram interpretadas e correlacionadas com o quadro clínico. O método mostrou boa sensibilidade quando aplicado em felídeos, pois por apresentarem pelame curto permitem melhor captação do calor emitido pelos tecidos locais. Nos canídeos houve boa sensibilidade para afecções de cabeça e membros, por serem regiões de pelame mais curto. Conclui-se que a termografia é uma boa ferramenta diagnóstica para canídeos e felídeos, auxiliando no diagnóstico ou norteando o veterinário em sua conduta; sendo ainda um exame realizado à distância, sem estresse, não invasivo e indolor, priorizando o bem-estar animal.

Palavras-chave: zoológico, imaginologia, carnívoros, bem-estar animal

ABSTRACT

Infrared thermography is a noninvasive diagnostic imaging method that does not require animal restraint. This tool provides instant images, in real time, even at great distances, being very advantageous for wild animals. The thermograph, which measures the frequency of infrared rays, locates hot or cold regions in the body tissues, detecting physiological or pathological processes that modify body temperature. Compared with other imaging modalities, it does not require anesthesia, and does not expose the patient to radiation. In the veterinary diagnosis of wild animals, thermal imaging is used to determine causes of lameness, lesions and inflammation; in the diagnosis of infectious diseases, reproductive period and gestation; and to assess animal welfare and stress levels. This research aimed to use infrared thermography as a tool for remote diagnosis in wild canids and felids kept *ex-situ*. The research was developed at the Municipal Zoo "Quinzinho de Barros" in Sorocaba, state of São Paulo. During one year the images were recorded biweekly in 45 individuals, 18 of the Canidae Family and 27 of the Felidae Family. The device used to capture the images was the FLIR T460 thermograph. During the study no thermal change was noticed in the images taken biweekly. Twelve animals presented symptoms at different times, and images were taken immediately and then recorded every 3 days to follow the evolution of the clinical signs and treatment. Thermal alterations of the images were interpreted and correlated with the clinical signs. The method showed good sensitivity when applied to felids, as they present short hair, allowing a better capture of the heat emitted by the local tissues. In the canids there was good sensitivity for head and limb disorders, because these regions have shorter hair. It is concluded that thermography is a good diagnostic tool for canids and felids, assisting in diagnosis or guiding the veterinarian in their conduct; being an examination carried out at a distance, without stress, non-invasive and painless, prioritizing animal welfare.

Key words: zoo, imaging, carnivores, animal welfare

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Localização do Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros” na Rua Teodoro Kaisel, 883. Município de Sorocaba – Estado de São Paulo..... 14.
- FIGURA 2 - Termógrafo T460, modelo utilizado no estudo..... 16.
- FIGURA 3 – Imagem térmica de onça-pintada (*Panthera onca*) - Sp5 é o ponto localizado no aumento de volume inguinal, indicando temperatura de 32,3°C. Sp1 ponto localizado no joelho esquerdo (26,8°C), sendo o mais hipotérmico. Demais pontos (Sp2, Sp3, e Sp4) circundam aumento de volume e mostram temperatura média 2,7°C abaixo de Sp5..... 21.
- FIGURA 4 – Imagem térmica de onça-pintada (*Panthera onca*) - Animal contido quimicamente para avaliação. Sp4 é o local da formação, mostrando temperatura maior (32,1°C) que o ponto adjacente Sp3 (29,8°C), em inserção da formação em abdome. Pontos Sp1 em tórax e Sp2 em abdome mostram temperatura ainda menor..... 21.
- FIGURA 5 – Imagem térmica de onça-pintada (*Panthera onca*) - Imagem realizada seis meses após a cirurgia. Sp2 é o ponto onde havia o tumor, em região inguinal direita. Sp1 temperatura da região do joelho direito e Sp3 região abdominal..... 22.
- FIGURA 6 – Imagem térmica de onça-pintada (*Panthera onca*) - Animal em repouso, um ano após a cirurgia. Sp1 é região inguinal direita, Sp2 joelho esquerdo e Sp3 coxa esquerda. Temperatura de região inguinal direita 0,7°C mais baixa que joelho esquerdo..... 22.
- FIGURA 7 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - Pina direita com temperatura do ponto Sp1: 21,2°C e pina esquerda com temperatura do ponto Sp2: de 24,1°C..... 23.
- FIGURA 8 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) – Temperaturas de pina direita e esquerda estão iguais (T=30,4°C)..... 24.
- FIGURA 9 – Imagem térmica de jaguatirica (*Leopardus pardalis*) - Região plantar dos membros torácicos: comparação entre temperatura de membro direito (Sp1) e membro esquerdo (Sp2 e Sp3)..... 25.
- FIGURA 10 – Imagem de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Área mais clara (seta branca) no aumento de volume inguinal, causada pela rarefação pilosa..... 26.
- FIGURA 11 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Área hipertérmica com 30,4°C (Sp1) e área adjacente com 27,3°C (Sp2)..... 27.
- FIGURA 12 – Imagem de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Animal contido quimicamente em decúbito lateral esquerdo. Nota-se o aumento de volume e área de rarefação pilosa decorrente da lambedura psicogênica..... 27.

- FIGURA 13 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Notar toda região ventral com coloração homogênea, mostrando isotermia..... 28.
- FIGURA 14 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Temperatura da área com rarefação pilosa Sp1 e da área com pelos íntegros Sp2..... 29.
- FIGURA 15 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Animal sempre furtivo, atrás dos contactantes, mas imagens térmicas mostram nítida diferença térmica entre o animal avaliado (Sp1 = 34,3°C) e os demais (Sp2 = 30,6°C e Sp3 = 30,7°C)..... 30.
- FIGURA 16 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Notar temperatura em região cervical (Sp1), torácica (Sp2) e em coxa esquerda (Sp3) muito próximas, com diferença de apenas 0,5°C..... 30.
- FIGURA 17 – Imagem de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) - Aumento de volume, com áreas da rarefação pilosa e pelos sujos com secreção purulenta..... 31.
- FIGURA 18– Imagem térmica de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) - Temperatura da fístula (Sp1: 32,5°C) está menor que do aumento de volume, porém maior em 0,6°C em relação à cabeça (Sp4). Áreas do aumento de volume (Sp2 e Sp3) maiores que do restante da cabeça (Sp4) em até 6°C..... 32.
- FIGURA 19 – Imagem térmica de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) - Temperaturas similares em Sp1 em face direita e Sp2 em face esquerda, onde havia a lesão..... 33.
- FIGURA 20 – Imagem térmica de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) - Animal sintomático, porém sem alteração na imagem térmica..... 34.
- FIGURA 21 – Imagem térmica de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) - Animal assintomático, com mesmo padrão de temperatura entre tronco e membros..... 35.
- FIGURA 22 – Imagem térmica de raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*) - Ponto Sp1 indica 4°C acima dos demais pontos periféricos..... 36.
- FIGURA 23 – Imagem térmica de raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*) - Os três pontos (Sp1, Sp2 e Sp3) marcados apresentam temperaturas muito próximas..... 36.
- FIGURA 24 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - O ponto com maior temperatura Sp1 é o ponto do foco de fratura. Os tecidos adjacentes, Sp2 e Sp3, ainda indicam temperatura maior que o membro contralateral (Sp4)..... 37.
- FIGURA 25 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - Três dias após o trauma e com terapia instituída, a diferença de temperatura entre os membros era de 0,5°C; sendo que no membro fraturado (Sp1 e Sp2) a temperatura está menor que no contralateral (Sp3)..... 38.
- FIGURA 26 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - Temperatura mais baixa em região de falanges (Sp1: 24,7°C) e em região de carpo (Sp2: 26,8°C)... 39.

FIGURA 27 - Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - Temperatura em região de falanges (Sp1: 29,3°C) aparece maior do que em região de carpo (Sp2: 26,4°C)..... 40.

FIGURA 28 – Imagem térmica de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) - Discreta diferença entre Sp1 e Sp2 (0,1°C) e entre Sp3 e Sp4 (0,1°C), mostram temperaturas muito próximas entre membro direito assintomático e o membro esquerdo claudicante..... 41.

FIGURA 29 – Imagem térmica lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) - Após seis dias de tratamento, animal assintomático, com discreta diferença entre Sp3 e Sp4 (0,1°C)..... 41.

FIGURA 30 – Imagem térmica de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) - Fisiologicamente, a temperatura de pinas, face e coxins são sempre mais quentes (respectivamente Sp1, Sp2 e Sp3). Em região dorsal, com pelame mais denso e longo (Sp4) a temperatura superficial mostra-se menor que da região abdominal, com pelame mais rarefeito e mais curto (Sp5)..... 43.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Espécies estudadas, número de indivíduos e divisão por sexo (M-Macho; F-Fêmea)..... 15.

TABELA 2 – Distância aproximada entre aparelho e animal, para cada espécie..... 18.

TABELA 3 – Lista dos doze casos clínicos, contendo identificação, sexo, faixa etária, afecção e presença ou não de alteração térmica na imagem..... 19.

LISTA DE SIGLAS

a.C. – antes de Cristo

BID - bis in die (duas vezes ao dia)

C – Celsius ou centígrados

cm - centímetro

et al. – et alia (e outros)

F – Fêmea

HOR – Horizontal

IUCN – International Union for Conservation of Nature (União Internacional para Conservação da Natureza)

M – Macho

m – metro

mg/dL – miligramas por decilitro

mg/kg – miligramas por quilograma

mK - miliKelvin

mm - milímetro

mrad - miliradiano

n - número

O – Oeste

p - página

PPGCFau – Programa de Pós-Graduação em Conservação da Fauna

PZMQB – Parque Zoológico Municipal Quinzinho de Barros

S – Sul

SID – semel in die (uma vez ao dia)

Sp1 – “spot” 1

Sp2 – “spot” 2

Sp3 - "spot" 3

Sp4 - "spot" 4

Sp5 - "spot" 5

T – Temperatura

T10 - décima vértebra torácica

T9 - nona vértebra torácica

UNESP – Universidade Estadual Paulista

VERT - Vertical

vol - volume

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Termografia Infravermelha.....	1
1.1.1- Vantagens e desvantagens da técnica.....	6
1.1.2- Janelas térmicas.....	7
1.2 - Ordem Carnivora.....	8
1.2.1 - CANÍDEOS: Família Canidae.....	8
1.2.2 - FELÍDEOS: Família Felidae.....	10
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 - Objetivo geral.....	13
2.2 – Objetivos específicos.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1 - Local do estudo.....	14
3.2 - Animais estudados.....	15
3.3 - Aparelho utilizado.....	16
3.4 - Captação das imagens.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1. Caso 01 - Onça-pintada (<i>Panthera onca</i>).....	19
4.2. Caso 02 - Cachorro-do-mato (<i>Cerdocyon thous</i>).....	23
4.3. Caso 03 - Jaguaririca (<i>Leopardus pardalis</i>).....	24
4.4. Caso 04 - Gato-mourisco (<i>Herpailurus yagouaroundi</i>).....	26
4.5. Caso 05 – Gato-mourisco (<i>Herpailurus yagouaroundi</i>).....	28
4.6. Caso 06 – Gato-do-mato-pequeno (<i>Leopardus tigrinus</i>).....	31

4.7. Caso 07 – Lobo-guará (<i>Chrysocyon brachyurus</i>).....	33
4.8. Caso 08 – Raposinha-do-campo (<i>Lycalopex vetulus</i>).....	35
4.9. Caso 09 – Cachorro-do-mato (<i>Cerdocyon thous</i>).....	37
4.10. Caso 10 – Cachorro-do-mato (<i>Cerdocyon thous</i>).....	38
4.11. Caso 11 – Lobo-guará (<i>Chrysocyon brachyurus</i>).....	40
4.12. Caso 12 – Gato-do-mato-pequeno (<i>Leopardus tigrinus</i>).....	42
5. DISCUSSÃO GERAL.....	44
6. CONCLUSÕES.....	46
7. REFERÊNCIAS.....	47

1-INTRODUÇÃO

A termografia infravermelha é um método seguro e não invasivo de diagnóstico e pesquisa na Medicina Veterinária, que não requer contenção física ou química (HILSBURG-MERZ, 2008). O termovisor, que mede a frequência dos raios infravermelhos, localiza facilmente regiões quentes ou frias nos tecidos corpóreos, detectando processos fisiológicos ou patológicos que alterem a temperatura corporal (BOWERS et al., 2009). No diagnóstico veterinário de animais selvagens, a imagem térmica é usada para diagnosticar período reprodutivo e gestação, lesões, inflamações e doenças infecciosas (CILULKO et al., 2013), realizando imagens em tempo real, mesmo a grandes distâncias (HILSBURG-MERZ, 2008). Esse trabalho teve como objetivo utilizar a termografia infravermelha como ferramenta de diagnóstico à distância em indivíduos cativos das famílias Canidae e Felidae, já que existem poucas pesquisas realizadas com a técnica em animais mantidos em zoológicos (ROBERTO; SOUZA, 2014); estudando as possibilidades de sua aplicação, visando um diagnóstico rápido, sem contenções, minimizando o estresse e priorizando o bem-estar animal.

1.1 – Termografia Infravermelha

A termografia infravermelha é a técnica de inspeção não invasiva, realizada com a utilização de sistema infravermelho para a medição de temperaturas ou observação de padrões diferenciais de distribuição de calor, com o objetivo de propiciar informações relativas à condição operacional de um componente, equipamento ou processo. O infravermelho é uma frequência eletromagnética naturalmente emitida por qualquer corpo, porém essa frequência está além da capacidade humana de visão. O equipamento que identifica e mensura essa frequência é o termovisor, também chamado de termógrafo; com ele torna-se extremamente fácil a localização de regiões quentes ou frias, através da interpretação dos termogramas que fornecem imagens, em faixas de temperatura que podem cobrir de - 40 a 1500 °C (MATIAS, 2002).

Esse aparelho converte a radiação infravermelha emitida pela superfície do corpo em impulsos elétricos. Um amplificador recebe os sinais elétricos e os

transforma em poucos *volts*, sendo assim convertidos em valores digitais. Estes valores são visualizados como uma imagem colorida ou em escala de cinza. As imagens digitalizadas são facilmente visualizadas e podem ser analisadas usando *softwares* específicos (SANCHES, 2009). Esses programas podem utilizar imagens multicoloridas ou monocromáticas, em padrão de cinza. Quando a imagem é multicolorida, padronizou-se que cores em tons de azul e roxo indicam que a temperatura é baixa, enquanto que as cores em tons mais quentes, variando do vermelho ao amarelo, indicam uma temperatura mais elevada (LAHIRI et al., 2012).

A termografia infravermelha é uma ferramenta não invasiva de diagnóstico por imagem que não requer manipulação ou contenção. Processos fisiológicos ou patológicos que envolvam mudança na temperatura da superfície corpórea podem ser avaliados por essa técnica. Esse moderno método provê imagens instantâneas, em tempo real, mesmo a grandes distâncias (HILSBURG-MERZ, 2008). Termogramas não requerem iluminação externa ou irradiação do objeto e pode ser obtido na escuridão total. Não são influenciados pela cor da pele ou pigmentação, pois eles dependem exclusiva e diretamente da temperatura da pele (PUROHIT et al., 1977).

O calor gerado durante o processo inflamatório é transferido para os tecidos adjacentes (incluindo a derme) pelo reforço do fluxo capilar sanguíneo; por consequência ocorre dissipação de energia que é facilmente identificada pelo termovisor. Um organismo saudável possui um equilíbrio na distribuição da temperatura entre as diferentes partes do corpo e as partes anatômicas podem ser comparadas para identificar pontos mais quentes ou mais frios, e as causas do desequilíbrio térmico podem ser determinadas com base em conhecimentos de uma determinada espécie (BOWERS et al., 2009). Baseando-se no fato de que o calor é um dos sinais cardinais da inflamação, um aumento de temperatura na superfície pode indicar inflamação das estruturas perto desse ponto (HEAD; DYSON, 2001).

Dessa forma, a termografia infravermelha torna-se um método seguro de diagnóstico e pesquisa nos mais diversos ramos da Medicina Veterinária, sendo também utilizada como excelente ferramenta de aplicação prática em outras áreas como indústria, construção civil, segurança pública, salvamento e resgate, controle de fronteiras, medicina humana, agroindústria, biologia e ecologia (McCAFFERTY, 2007).

Com o avanço da tecnologia infravermelha e conseqüentemente redução dos custos dos equipamentos, esta modalidade encontra-se em expansão na Medicina Veterinária. Em comparação com outras modalidades de imagem, não requer anestesia, e não expõe o paciente à radiação (MARINO; LOUGHIN, 2010). A termografia é um exame complementar importante, mas sua grande vantagem é que em alguns casos é mais precoce na detecção de problemas (MIKAIL, 2010). Na medicina equina é possível identificar uma lesão que gere claudicação até duas semanas antes desta apresentar sintomas (STRÖMBERG, 1973; VADEN et al., 1980; MARR, 1992).

A primeira aplicação médica da termografia foi realizada por Hipócrates (460 – 375 a.C.), médico grego considerado o “Pai da Medicina”. Ele utilizava finas camadas de lama para realizar as mensurações de temperatura, como um termógrafo primitivo. As áreas de grande emissão de calor provocavam a secagem mais rápida da lama, identificando assim o local do processo inflamatório (WALDSMITH, 1992). Depois disso, só em 1800 o astrônomo alemão William Herschel conseguiu provar a existência dos raios infravermelhos, sendo criado o primeiro termógrafo em 1830 por seu filho John Herschel (HILSBURG-MERZ, 2008). O grande avanço da tecnologia infravermelha foi realizado na década de 1940 por pesquisadores militares para uso em visão noturna e com o fim da Guerra Fria a técnica foi disponibilizada comercialmente (LOUGHIN; MARINO, 2007; ARORA et al., 2008). A apresentação à comunidade médica ocorreu em 1959, onde foi usada para avaliar articulações em seres humanos. Para obter essas imagens termográficas, eram necessários vários minutos e a temperatura não podia ser quantificada. Ao longo dos anos, os equipamentos e a tecnologia se tornaram mais sofisticados. Na década de 1960 imagens a cores foram introduzidas (LOUGHIN; MARINO, 2007). Na medicina humana a termografia foi usada para detecção precoce de doenças apenas nos anos 1980. Dentre as afecções diagnosticadas pelo método na medicina humana temos: dor lombossacra, prolapso de disco intervertebral, lesão espinhal, traumas, fraturas, neuropatias, doenças cardiovasculares (deficiência de fluxo sanguíneo), queimaduras, monitoramento de enxertos e transplantes cutâneos (HILSBURG-MERZ, 2000).

Nos estudos de vida selvagem a termografia infravermelha começou a ser utilizada em meados dos anos 1940 para monitoramento de aves e mamíferos. Já os estudos em medicina veterinária começaram apenas no final dos anos 1950 (HILSBURG-MERZ, 2000). Com o propósito de melhorar as avaliações, observações e medidas de temperatura superficial corporal dos animais, a tecnologia infravermelha é altamente aplicável na produção animal (COOK et al., 2006). O uso de imagens térmicas em aves domésticas foi muito útil na investigação da fisiologia aviária, com o objetivo de fornecer orientações para a sua adequada utilização na medicina veterinária e em animais de produção (McCAFFERTY, 2013). Em 1965 a imagem térmica foi utilizada na medicina equina (DELAHANTY; GEORGI, 1965); sendo esta a área da medicina veterinária onde mais a termografia infravermelha avançou (TURNER, 1993; VON SCHWEINITZ, 1999; WALDSMITH, 1992). A termografia infravermelha foi utilizada em cavalos sadios anestesiados e foi avaliada como uma boa ferramenta para a detecção precoce de lesões no sistema locomotor (HOLMES et al., 2003). Em cães, a termografia pode ser utilizada com sucesso como ferramenta complementar para a detecção de claudicação dos membros pélvicos (GARCIA, 2013).

É um exame de alta sensibilidade, mas de baixa especificidade, e deve ser usado em conjunto com outras modalidades de imagem como ultrassonografia, radiografia ou tomografia computadorizada (INFERNUSO et al., 2010).

A termografia também se mostrou uma excelente ferramenta para avaliação do bem-estar animal (DUNBAR et al., 2009). Cinco macacos-resos (*Macaca mulatta*) mantidos sob cuidados humanos foram expostos em três diferentes situações e com auxílio da termografia infravermelha focada em regiões do lábio superior, nariz e região orbital avaliou situações de irritação e prazer. Estes resultados provam que as imagens térmicas são um método confiável de monitorização fisiológica à distância preservando o comportamento mais próximo do natural, sendo uma boa ferramenta para avaliação do bem-estar animal (IOANNOU et al., 2015).

Eulenberger e Kämpfer (1994) foram os primeiros a recomendar o uso da termografia infravermelha na medicina de animais selvagens, *in-situ* e *ex-situ*. Philips (1992) foi o primeiro a fazer estudos de termorregulação em larga escala com animais de zoológicos, com auxílio de termografia infravermelha. No entanto, o equipamento

utilizado não era prático para situações de campo, seja em zoológicos ou em vida livre. Hilsberg-Merz (2000) foi a primeira a utilizar um termógrafo moderno na medicina de animais selvagens.

No diagnóstico veterinário de animais selvagens, a imagem térmica é usada para determinar as causas de claudicação, lesões e inflamações; no diagnóstico de doenças infecciosas, período reprodutivo e gestação; e para controlar o bem-estar animal e níveis de estresse (CILULKO et al., 2013). O exame pode ser realizado à distância permitindo avaliação sem o estresse da contenção e sem risco ao examinador, sendo particularmente útil para os animais silvestres (MIKAIL, 2010). Assim mesmo, alguns autores consideram que a técnica em zoológicos poderia ser mais explorada (ROBERTO; SOUZA, 2014). São escassas as pesquisas realizadas em animais mantidos em zoológicos, tendo destaque dois trabalhos realizados em aves (HURLEY-SANDERS et al., 2012 e DUNCAN et al., 2016), um com mustelídeos (KUHN et al., 2009), dois com elefantes (WEISSENBÖCK et al., 2010 e ROWE et al., 2013) e outros dois com mamíferos em geral (HILSBURG-MERZ, 2000 e MORTOLA, 2013).

A termografia infravermelha foi utilizada para detectar alterações de temperatura em veados-mula (*Odocoileus hemionus*) infectados com o vírus da febre aftosa. Um considerável aumento de temperatura foi detectado pelo termovisor dois dias antes dos animais apresentarem os sintomas (DUNBAR et al., 2009). Em outro estudo, a termografia foi utilizada para diagnosticar sarna sarcóptica em íbex-dos-Pireneus (*Capra pyrenaica*) de vida livre e comparou seu uso com avaliação das lesões a distância através de binóculos. Até 100 metros de distância, a termografia infravermelha se mostrou melhor que a avaliação com binóculos para detectar as lesões provocadas pela sarna (ARENAS et al., 2002). Em guaxinins (*Procyon lotor*), a termografia infravermelha foi utilizada para detectar infecção pelo vírus da raiva, antes que os animais apresentassem sinais clínicos da doença, se baseando nos gradientes de temperatura nasal (DUNBAR; MCCARTHY, 2006). Em uma onça-pintada (*Panthera onca*), a termografia infravermelha indicou uma grande área hipertérmica no abdome e posteriormente exames citológicos e histopatológicos acusaram uma neoplasia maligna (TEIXEIRA et al., 2017).

Com a termografia infravermelha já foram feitos mapeamentos de temperatura superficial de alguns mamíferos selvagens, como focas (MAUCK et al., 2003), ratos-toupeira (ŠUMBERA et al., 2007), marmotas (PHILLIPS; HEATH, 2001), morcegos (SANDEL et al., 2004), zebras, girafas, rinocerontes (HILSBURG-MERZ, 2008) e elefantes (HILSBURG, 2008; WEISSENBOCK et al., 2010). Esses mapeamentos são importantes como base de parâmetros de detecção de doenças e para compreensão de termorregulação. Um estudo realizado com lontra-européia (*Lutra lutra*) mostrou que elas perdem calor através dos pés enquanto a ariranha (*Pteronura brasiliensis*) perde calor por todo o seu corpo, inclusive sua cauda (KUHN; MEYER, 2009).

Outra aplicação importante da termografia infravermelha é no controle dos fenômenos reprodutivos (CILULKO et al., 2013). A ovulação de rinocerontes e elefantes já foi detectada pelo método, através da indicação do aumento de temperatura da genitália das fêmeas (HILSBURG-MERZ, 2008). Esse mesmo autor conseguiu identificar gestação em uma fêmea de rinoceronte-negro (*Diceros bicornis*) em seu terço final (HILSBURG-MERZ, 1998). Em panda-gigante (*Ailuropoda melanoleuca*) também já foi detectada gestação e pseudociese através da técnica (DURRANT et al., 2006).

1.1.1- Vantagens e desvantagens da técnica

Comparando a termografia infravermelha com outros meios diagnósticos por imagem, como ultrassonografia, radiografia, tomografia computadorizada, ressonância magnética entre outros, vemos:

- a) É completamente não invasivo, não necessitando de contato com o paciente, ou qualquer tipo de condicionamento, imobilização ou sedação.
- b) Oferece ao médico veterinário uma visão instantânea da situação, podendo auxiliá-lo em suas decisões clínicas e na escolha de outros métodos de diagnóstico, assim como no monitoramento do quadro.
- c) Fornece imagens em tempo real.
- d) Mostra imagens de corpo inteiro do animal e pode comparar com outros animais do grupo.
- e) Permite exames em movimento.
- f) Permite o monitoramento do quadro através do tempo, podendo comparar

quadros de claudicação, inflamações e gestação.

- g) Ideal para uso em campo, pois o aparelho é portátil e funciona com baterias (HILSBERG-MERZ, 2008).

No entanto, assim como outras técnicas, a termografia infravermelha possui suas limitações. A primeira é a necessidade de conhecimento detalhado da anatomia das espécies estudadas. Como o exame é feito ao ar livre na grande maioria das vezes, não há controle dos parâmetros ambientais, como a temperatura ambiente, por exemplo. Ainda existem as questões relativas à liberdade do animal durante o exame, pois o movimento excessivo dificulta a tomada de imagens (HILSBERG-MERZ, 2008; MIKAIL, 2010).

A técnica é melhor aplicada em animais de pelo curto, já que os pelos longos podem causar isolamento térmico do corpo e dificultar a interpretação das imagens. Hilsberg-Merz (2008) cita que em mamíferos da Ordem *Carnivora* existe essa dificuldade relacionada ao pelame.

Artefatos de técnica também podem ser encontrados. Como exemplo, animais tosados tendem a emanar mais calor; produtos à base de álcool aumentam a emissão de calor na pele. Por outro lado, água fria, sujeira ou lama podem alterar a emissão de calor. Altas temperaturas ambientais dificultam o diagnóstico de pequenos gradientes térmicos. Assim, o uso da técnica em dias nublados ou à noite às vezes é preferível (HILSBERG-MERZ, 2008).

1.1.2- Janelas térmicas

Antes de utilizar a técnica, é importante compreender algumas particularidades da termorregulação em cada espécie. Padrão de cores, localização de glândulas, espessura da pele, tamanho das orelhas e presença de janelas térmicas são fatores importantes (HILSBERG-MERZ, 2000; KUHN; MEYER, 2009). As janelas térmicas são áreas no corpo de maior emissão de calor, que podem ser obrigatórias ou facultativas. Em mamíferos os olhos sempre são janelas térmicas obrigatórias, assim como a boca, região de coração, pênis e aberturas vaginal e retal. As janelas facultativas são mais difíceis de detectar e podem estar ativas ou inativas dependendo da necessidade de

termorregulação de cada animal. Elas são espécie-específicas e apresentam variação individual também (HILSBURG-MERZ, 2008).

Algumas espécies selvagens, já possuem suas janelas térmicas mapeadas, como elefantes, rinocerontes e girafas (HILSBURG-MERZ, 2008; WEISSENBOCK et al., 2010; CILULKO et al., 2013). Quando se avalia imagens de uma espécie que não se conhece o mapeamento, recomenda-se fazer comparação entre espécimes ou ainda fazer diversas imagens do mesmo indivíduo em diferentes posições, para que se consiga detectar alterações térmicas compatíveis com processos patológicos (HILSBURG-MERZ, 2008).

1.2 - Ordem Carnivora

Os mamíferos incluídos na Ordem Carnivora perfazem 295 espécies, divididos em 16 famílias e em 127 gêneros (IUCN RED LIST, 2018). Os números de gêneros e espécies reconhecidos são flutuantes e podem variar conforme os resultados de novas pesquisas e as opiniões dos diversos pesquisadores, muitas vezes baseados em avaliações filogenéticas. Dessas 16 famílias, sete delas estão na SubOrdem Feliformia e outras nove estão na SubOrdem Caniformia (WILSON; MITTERMEIER, 2009).

Assim os Canídeos (Família Canidae) e os Felídeos (Família Felidae) incluem-se na Ordem Carnivora, porém em SubOrdens diferentes (WILSON; MITTERMEIER, 2009).

1.2.1 - CANÍDEOS: Família Canidae

A família Canidae pertence à Ordem Carnivora, SubOrdem Caniformia, sendo composta por 13 gêneros e 37 espécies (IUCN RED LIST, 2018) com distribuição natural que inclui todo o globo terrestre com exceção das Índias Ocidentais, Madagascar, Taiwan, Filipinas, Bornéu, Nova Guiné, Austrália, Nova Zelândia e Antártida; além da maioria das ilhas oceânicas (NOWAK, 1991; RAMOS JUNIOR, 2003). Existem populações selvagens de cães domésticos (*Canis familiaris*) na Austrália e na Nova Guiné, mas provavelmente foram introduzidos pelo homem nessas áreas. Os canídeos são animais muito versáteis, habitando desde áreas quentes e desérticas até áreas geladas do Ártico (NOWAK, 1991).

São animais digitígrados, se apoiando em seus dedos para caminhar (EISENBERG, 1989). Têm cinco dígitos nas patas dianteiras (EISENBERG, 1989; NOWAK, 1991), com exceção do cão selvagem africano (*Lycaon pictus*) que possui apenas quatro dígitos; e quatro nas patas traseiras, além de garras não retráteis adaptadas para tração em corrida (NOWAK, 1991). Possuem cauda longa e dentes molares adaptados para esmagar ossos. Podem ter hábitos diurnos, noturnos ou crepusculares. A maioria cava suas próprias tocas, mas muitos são oportunistas e usam tocas cavadas por outros animais (EISENBERG, 1989). Geralmente tem atividade durante todo o ano. Possuem olfato, visão e audição apurados. São todos predadores, mas na maioria das espécies as fibras vegetais são componentes importantes na dieta (NOWAK, 1991; RAMOS JUNIOR, 2003).

A menor espécie entre os canídeos é o feneco (*Vulpes zerda*) e a maior é o lobo (*Canis lupus*) (NOWAK, 1991). Os machos dos canídeos geralmente são maiores que as fêmeas. Algumas espécies são solitárias e outras vivem em matilhas, podendo pregar animais muito maiores que eles mesmos (EISENBERG, 1989). As fêmeas geralmente têm uma cria ao ano, com ninhadas de 2 a 13 filhotes. Média de gestação entre as espécies é de 63 dias. Os filhotes nascem de olhos fechados e já com pelame. Cuidados parentais são oferecidos pela mãe, às vezes pelo pai ou até outros membros do grupo. A maturidade sexual ocorre entre 1 e 2 anos de idade. Longevidade é de pelo menos 10 anos em todas as espécies (NOWAK, 1991).

A família Canidae é classicamente subdividida em três subfamílias, de acordo com o número de dentes. As três subfamílias são: Otocyoninae, (Gênero *Otocyon*, raposa-orelha-de-morcego), com 46 a 50 dentes; Simocyoninae (incluindo *Speothos*, *Cuon* e *Lycaon*), que apresentam menos de 42 dentes e a Caninae, que inclui os demais canídeos, como cães, chacais, lobos e raposas, com os clássicos 42 dentes. A redução no número de dentes (família Simocyoninae) pode refletir uma convergência na especialização da dieta mais que uma afinidade genética especial (NOWAK, 1991; RAMOS JUNIOR, 2003).

Segundo a IUCN, cinco das 37 espécies de Canídeos do planeta estão ameaçadas. A raposa-de-darwin (*Lycalopex fulvipes*) e o lobo-vermelho (*Canis rufus*) estão listados como “ criticamente em perigo”, enquanto o lobo-etíope (*Canis*

simensis), o cão-selvagem-africano (*Lycaon pictus*) e o dole (*Cuon alpinus*) estão “Em perigo”. O cachorro-do-mato-vinagre (*Speothos venaticus*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), a raposa-do-deserto-peruana (*Lycalopex sechurae*), o cão-de-orelhas-curtas (*Atelocynus microtis*) e a raposa-das-ilhas (*Urocyon littoralis*) estão listados como “Quase Ameaçados”. Outros são raros e com população em declínio, enquanto muitos canídeos selvagens são comuns e conseqüentemente estão envolvidos em questões importantes no manejo da vida selvagem; tais como transmissão de doenças, predação de rebanhos, caça desportiva e comércio de peles (IUCN SSC CANID SPECIALIST GROUP, 2018).

No Brasil possuímos 06 espécies de canídeos, sendo uma delas da subfamília Symocyoninae, *Speothos venaticus*, e as demais da subfamília Caninae: *Chrysocyon brachyurus*, *Cerdocyon thous*, *Lycalopex vetulus*, *Lycalopex gymnocercus* e *Atelocynus microtis* (RAMOS JUNIOR, 2003). Dentre eles quatro espécies são consideradas vulneráveis na “Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção”: *Atelocynus microtis*, *Chrysocyon brachyurus*, *Lycalopex vetulus* e *Speothos venaticus* (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

Nem todas as espécies estão representadas nos zoológicos brasileiros, como é o caso de *Atelocynus microtis*. O cachorro-do-mato e o lobo-guará são as espécies mais constantes nos plantéis brasileiros, chegando alguns zoológicos a terem animais excedentes em suas coleções, situação causada pelo grande número de nascimentos em cativeiro e animais provenientes de natureza, a partir do final dos anos 1990 (RAMOS JUNIOR, 2003).

1.2.2 - FELÍDEOS: Família Felidae

A família Felidae pertence à Ordem Carnivora, SubOrdem Feliformia, é composta por 14 gêneros e 38 espécies (KITCHENER et al., 2017; IUCN RED LIST, 2018), com distribuição natural que inclui todo o globo terrestre com exceção das Índias Ocidentais, Madagascar, Japão, Sulawesi, Nova Guiné, Austrália, Nova Zelândia e Antártida; além da maioria das ilhas oceânicas e da região ártica (NOWAK, 1991).

São animais digitígrados, se apoiando em seus dígitos para caminhar. Têm cinco dígitos nas patas dianteiras e quatro nas patas traseiras. As garras são retráteis

em todas as espécies, com exceção do guepardo (*Acinonyx jubatus*) que possui garras semi-retráteis (EISENBERG, 1989; NOWAK, 1991). Em geral possuem corpos ágeis e flexíveis com pernas musculosas, projetadas para atingir o máximo de velocidade em curta distância. Na maioria das espécies a cauda mede entre um terço e a metade do comprimento do corpo, embora existam algumas exceções. Todos os felídeos são normalmente discretos, comumente apresentam hábitos noturnos. Não são adaptados para cavar suas próprias tocas (EISENBERG, 1989). Possuem olfato, visão e audição apurados. São todas espécies obrigatoriamente carnívoras (NOWAK, 1991).

A menor espécie é o gato-bravo-de-patas-negras (*Felis nigripes*), enquanto a maior é o tigre (*Panthera tigris*) (MACDONALD et al., 2010). A maioria das espécies selvagens são solitárias, sendo a mais famosa exceção o leão (*Panthera leo*), que vive em grupos (EISENBERG, 1989). As fêmeas geralmente têm uma cria ao ano, com algumas espécies atingindo duas ninhadas ao ano. Grandes felídeos chegam a reproduzir a cada 2 ou 3 anos. Média de gestação entre as espécies é de 55 a 119 dias. As ninhadas variam de 1 a 6 filhotes. Os filhotes nascem de olhos fechados e já com pelame, sempre manchados. Cuidados parentais ocorrem até que o jovem felino possa caçar sozinho. A longevidade é de pelo menos 15 anos em todas as espécies (NOWAK, 1991).

A família Felidae é classicamente subdividida em duas Subfamílias, Pantherinae e Felinae. Os felídeos da Subfamília Pantherinae diferenciam-se por terem o hioide pouco calcificado e a parte inferior constituída por um tendão elástico, o que lhes permite rugir. Felinae é uma subfamília de felídeos que inclui quase todos os gêneros vivos desta família, com exceção dos gêneros *Panthera* e *Neofelis*. A maior parte das espécies é de pequeno a médio porte, mas algumas possuem grande porte, como a suçuarana (*Puma concolor*) e o guepardo (*Acinonyx jubatus*) (WILSON; MITTERMEIER, 2009).

Ao menos metade das espécies de felídeos está ameaçada; sendo necessárias diversas medidas para conservação dessas espécies (IUCN RED LIST, 2018). Perda de habitat, conflitos com humanos e caça para aquisição de pele e partes do corpo para uso em medicina tradicional são os principais fatores para o declínio populacional dos felinos (BROWN, 2011). As cinco espécies mais ameaçadas de felídeos são: o gato-

vermelho-de-bornéu (*Catopuma badia*), o gato-andino (*Leopardus jacobita*), o lince-ibérico (*Lynx pardinus*), o gato-de-cabeça-chata (*Prionailurus planiceps*) e o tigre (*Panthera tigris*) (IUCN RED LIST, 2018). Duas subespécies de tigre já estão à beira da extinção, o tigre-siberiano (*Panthera tigris altaica*) e o tigre-do-sul-da-china (*Panthera tigris amoyensis*). Já o lince-ibérico é considerado o felino mais ameaçado do planeta (BROWN, 2011).

Dentre as 38 espécies de felídeos, oito delas ocorrem em território brasileiro. A onça-pintada (*Panthera onca*) é a única representante da subfamília Pantherinae e as demais espécies pertencem à subfamília Felinae (OLIVEIRA; CASSARO, 1999; WILSON; MITTERMEIER, 2009; KITCHENER et al., 2017; IUCN RED LIST, 2018). Todas as espécies brasileiras estão em risco, segundo a “Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014). Todas elas estão representadas nos zoológicos brasileiros e internacionais, que possuem grande interesse na sua conservação (OLIVEIRA; CASSARO, 1999).

Esse trabalho utilizou a termografia infravermelha em canídeos e felídeos selvagens, explorando o potencial da técnica para o diagnóstico à distância nessas espécies mantidas em cativeiro. Algumas delas bastante ameaçadas, assim, o desenvolvimento de uma técnica eficiente para diagnóstico a distância pode minimizar o estresse e colaborar nos projetos de conservação.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a eficácia da termografia infravermelha como ferramenta de diagnóstico remoto em canídeos e felídeos selvagens *ex-situ*.

2.2. Objetivos específicos

Fazer correlação entre as imagens e achados clínicos, utilizando essa ferramenta como exame complementar em Imaginologia, sem necessidade de contenção física ou química.

Avaliar que tipos de afecções são passíveis de serem diagnosticadas com a Termografia Infravermelha em canídeos e felídeos selvagens.

Avaliar se a Termografia Infravermelha pode indicar alterações previamente à sintomatologia clínica em canídeos e felídeos selvagens cativos.

Acompanhar a evolução do tratamento clínico remotamente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Local do estudo

O presente trabalho foi desenvolvido nas dependências do Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros”, mantido pela Prefeitura Municipal de Sorocaba e localizado na Rua Teodoro Kaisel, 883, Vila Hortência (23°30'21" S, 47°26'17" O), município de Sorocaba, Estado de São Paulo (figura 1).



FIGURA 1 – Localização do Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros” na Rua Teodoro Kaisel, 883. Município de Sorocaba – Estado de São Paulo. Fonte: Google Earth, 2018.

O Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros”, foi fundado em 20 de outubro de 1968, ocupando uma área de 128.339 m², sendo que desta área aproximadamente 17.500 m² são ocupados pelo lago e 38.700 m² por mata secundária. Atualmente considerado um dos mais completos da América Latina, já em 1993 foi escolhido, por votação popular, como símbolo de Sorocaba. Destaca-se por seus objetivos que se apoiam em recreação saudável aliada a contato com a natureza, programas de educação ambiental, bem-estar animal, pesquisa e conservação (PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA, 2018).

Os animais da fauna nacional perfazem 70% do plantel e são o ponto forte do PZMQB, com especial destaque para aqueles ameaçados de extinção. O plantel hoje é estimado em aproximadamente 1.250 animais entre anfíbios, aves, mamíferos e répteis.

3.2 - Animais estudados

Dentre os 1250 animais pertencentes ao plantel do Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros” (PZMQB), existem 68 espécies de mamíferos. Foram abordadas neste estudo três espécies de canídeos e nove espécies de felídeos que estão detalhadas na TABELA 1.

TABELA 1 – Espécies estudadas, número de indivíduos e divisão por sexo (M-Macho; F-Fêmea).

Nome popular	Nome científico	Sexo(M/F)	Total
Canídeos		10/8	18
Cachorro-do-mato	<i>Cerdocyon thous</i>	3/2	5
Lobo-guará	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	5/3	8
Raposinha-do-campo	<i>Pseudalopex vetulus</i>	2/3	5
Felídeos		14/13	27
Gato-do-mato-pequeno	<i>Leopardus tigrinus</i>	4/1	5
Gato-maracajá	<i>Leopardus wiedii</i>	2/4	6
Gato-mourisco	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	2/2	4
Gato-palheiro	<i>Leopardus colocolo</i>	1/0	1
Jaguaritica	<i>Leopardus pardalis</i>	2/0	2
Leão	<i>Panthera leo</i>	0/1	1
Onça-pintada	<i>Panthera onca</i>	1/2	3
Suçuarana	<i>Puma concolor</i>	1/2	3
Tigre-de-bengala	<i>Panthera tigris</i>	1/1	2
TOTAL DE INDIVÍDUOS		24/21	45

3.3 - Aparelho utilizado

O aparelho utilizado para a captação das imagens foi o termógrafo da marca FLIR, modelo T460 (figura 2), que possui as seguintes especificações:

- a) lente de 25º(HOR) x 19º(VERT) com distâncias focais de 0,4 m ao infinito;
- b) resolução espacial de 1,39 mrad, para visualização de pontos quentes de aproximadamente 13mm a distâncias de 10m, com lente padrão, sensibilidade térmica de 45mK a 30°C, em todo o range de temperatura e em simultaneidade com a taxa de atualização de imagem;
- c) zoom digital contínuo de 1 a 4 vezes com display de tela do tipo touch screen e óptica articulável em 120° para ergonomia em campo;
- d) detector microbolometer de quarta geração com 153.600 pixels (320 x 480 pixels) (FLIR INSTRUMENTS, 2018).

A fonte de energia para o funcionamento desse termógrafo é uma bateria recarregável, sendo extremamente leve e portátil, facilitando seu transporte e manuseio, sendo ideal para o trabalho a campo.



FIGURA 2 - Termógrafo T460, modelo utilizado no estudo. Foto: <http://www.flir.com.br/instruments/display/?id=62960>

As imagens capturadas são arquivadas em um disco rígido dentro da câmera e posteriormente transferidas a um software onde as imagens são avaliadas.

As imagens utilizadas podem ser multicoloridas ou monocromáticas, em padrão de cinza. Quando a imagem é multicolorida, o aparelho classifica como padrão

Rainbow (arco-íris); quando se usa imagem monocromática, classifica-se como padrão *Silver* (prata). O padrão utilizado nessa pesquisa foi o *Rainbow*, com imagens multicoloridas, onde os tons de azul e roxo indicam que a temperatura é baixa, enquanto que as cores em tons mais quentes, variando do vermelho ao amarelo, indicam uma temperatura mais elevada.

Mediante a visualização de padrão heterogêneo de cores em alguma área do corpo, são fixados pontos nessa região para se estabelecer, em graus Celsius, a temperatura de pontos com colorações distintas. Assim é possível comparar com a diferença de temperatura nessas áreas para interpretar a imagem.

3.4 - Captação das imagens

A distância do termógrafo ao animal é variável, considerando a possibilidade de aproximação a cada espécie e a característica espacial do recinto, sem causar estresse ao animal e trazendo segurança ao operador do aparelho. Uma vez padronizada a distância utilizada e o posicionamento em cada recinto, essa distância foi sempre mantida visando minimizar falhas na mensuração da temperatura corpórea, na interpretação e na comparação das imagens. Portanto cada indivíduo teve suas imagens captadas sempre à mesma distância do aparelho. Em suma, animais de pequeno porte permitem maior aproximação e conseqüentemente menor distância, sendo a distância aproximada de 1,5m (um metro e cinquenta centímetros). Para os animais de grande porte a distância aproximada foi de 4,0m (quatro metros). Na TABELA 2 encontra-se a distância aproximada para cada espécie.

O período estudado foi de 01 de agosto de 2016 a 31 de julho de 2017, totalizando doze meses e abrangendo todas as estações do ano. As imagens foram tomadas quinzenalmente, em todos os 45 espécimes. Quando um dos animais apresentou sintomas, imagens foram registradas imediatamente nesse indivíduo, saindo do padrão quinzenal, e posteriormente esse espécime passou a ter imagens captadas a cada três dias até a remissão dos sintomas. Normalizando o quadro clínico, a captação das imagens retomou a sua frequência quinzenal.

As imagens foram interpretadas com auxílio do software FLIR, compatível com o termógrafo T460. Nesse software é possível ampliar e editar imagens, sendo possível

visualizar de forma minuciosa as diferenças de temperatura na superfície corporal. Pontos das áreas afetadas são marcados e tem suas temperaturas registradas pelo software. Essas temperaturas são comparadas com as de áreas adjacentes, áreas contralaterais, com a mesma região em outras ocasiões. Assim comparamos as imagens de forma seriada e interpretamos se os pontos marcados são iso, hipo ou hipertérmicos em relação ao ponto comparado; sabendo se a imagem mantém o padrão anteriormente registrado ou se está atípica. Com essa classificação da imagem correlacionamos com o quadro clínico e constatamos se as imagens são condizentes ou não com a sintomatologia.

TABELA 2 – Distância aproximada entre aparelho e animal, para cada espécie.

Nome popular	Nome científico	Distância aparelho - animal
<i>Canídeos</i>		
Cachorro-do-mato	<i>Cerdocyon thous</i>	1,5m
Lobo-guará	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	4,0m
Raposinha-do-campo	<i>Pseudalopex vetulus</i>	1,5m
<i>Felídeos</i>		
Gato-do-mato-pequeno	<i>Leopardus tigrinus</i>	1,5m
Gato-maracajá	<i>Leopardus wiedii</i>	1,5m
Gato-mourisco	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1,5m
Gato-palheiro	<i>Leopardus colocolo</i>	1,5m
Jaguaririca	<i>Leopardus pardalis</i>	1,5m
Leão	<i>Panthera leo</i>	4,0m
Onça-pintada	<i>Panthera onca</i>	4,0m
Suçuarana	<i>Puma concolor</i>	4,0m
Tigre-de-bengala	<i>Panthera tigris</i>	4,0m

4. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Durante o estudo nenhuma imagem térmica atípica (ou fora do padrão) foi registrada nas tomadas quinzenais. Doze animais apresentaram sintomas em momentos distintos (seis animais da Família Canidae e seis animais da Família Felidae), sendo então tomadas imagens imediatamente e em seguida registradas a cada três dias para acompanhar a evolução do quadro clínico e do tratamento. Estes casos clínicos estão descritos na tabela 3 e detalhados nos itens 4.1. a 4.12..

Os animais estão organizados na tabela conforme a ordem cronológica dos casos, indicando a afecção a que foram acometidos e anotados com “SIM” para aqueles em que as imagens térmicas estavam atípicas e “NÃO” para aqueles que as imagens térmicas mantiveram o padrão.

TABELA 3 – Lista dos doze casos clínicos, contendo identificação, sexo, faixa etária, afecção e presença ou não de imagem atípica.

n° caso	Animal	Identificação	sexo	idade	afecção	atípica
1	onça-pintada	7888	M	adulto	neoplasia	SIM
2	cachorro-do-mato	39820	F	adulto	trauma	SIM
3	Jaguar	23089	M	adulto	pododermatite	NÃO
4	gato-mourisco	23490	F	adulto	dermatite psicogênica	SIM
5	gato-mourisco	39727	M	adulto	dermatite psicogênica	SIM
6	gato-do-mato-pequeno	22305	M	adulto	periodontite	SIM
7	lobo-guará	3685	M	adulto	osteoartrose	NÃO
8	raposinha-do-campo	493331	F	adulto	trauma	SIM
9	cachorro-do-mato	3698	F	adulto	trauma	SIM
10	cachorro-do-mato	39519	M	adulto	trauma	SIM
11	lobo-guará	872393	M	adulto	trauma	NÃO
12	gato-do-mato-pequeno	23660	M	adulto	insuficiência renal	NÃO

Dos doze casos estudados, quatro deles (33,33%) mantiveram o padrão das imagens. Na divisão dos casos conforme a família estudada, tanto entre os canídeos, como nos felídeos, a termografia detectou imagens atípicas em 66,66% (quatro dos seis casos da Família).

4.1. Caso 01 - Onça-pintada (*Panthera onca*)

Macho - microchip 00-01DB-7888 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA– SIM

Animal com aproximadamente 19 anos, com aumento de volume na região inguinal direita, de forma súbita. Na primeira semana de registro de imagens da pesquisa, foi possível detectar aumento de temperatura no local citado (figura 3). Animal foi contido quimicamente para avaliação da formação. Detectou-se pelo exame físico um tumor firme e com bordos regulares, sem aderência em musculatura abdominal, medindo 25 cm de comprimento (figura 4). Foi realizada citologia aspirativa que indicou tumor maligno mesenquimal. Animal foi submetido à cirurgia para exérese tumoral. Amostras foram encaminhadas para análise histopatológica confirmando o resultado citológico de fibrossarcoma. Foi realizado o acompanhamento da cicatrização e do local da exérese por um ano, apenas pela termografia infravermelha, evitando-se outra contenção química de um animal considerado idoso. As imagens após seis meses da cirurgia (figura 5) e após um ano (figura 6) não mostram nenhuma imagem térmica atípica, indicando que não houve recidiva do tumor ou qualquer outro processo inflamatório no local.

Neste caso foi evidenciada hipertermia bem delimitada e circunscrita. O pelame curto da espécie colaborou muito com a identificação do ponto hipertérmico, logo que foi notado o aumento de volume (figura 3), que estava em média 3°C acima dos tecidos adjacentes. No momento da contenção química a diferença entre o ponto do tumor e dos tecidos adjacentes diminuiu para 1,5°C (figura 4), provavelmente devido à queda de temperatura corpórea inerente aos procedimentos anestésicos (MUIR et al., 2008). Após o procedimento cirúrgico o animal ficou internado por 30 dias na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP de Botucatu, não sendo possível acompanhar o período pós-operatório imediato por meio da termografia infravermelha. Após seis e doze meses do procedimento (figuras 5 e 6, respectivamente) as imagens são bem claras quanto à isotermia entre os tecidos adjacentes e o antigo sítio cirúrgico, o que clinicamente foi comprovado, já que não houve recidiva do tumor.

Neste caso a termografia infravermelha foi uma excelente ferramenta, tanto no auxílio diagnóstico como no acompanhamento do quadro clínico.

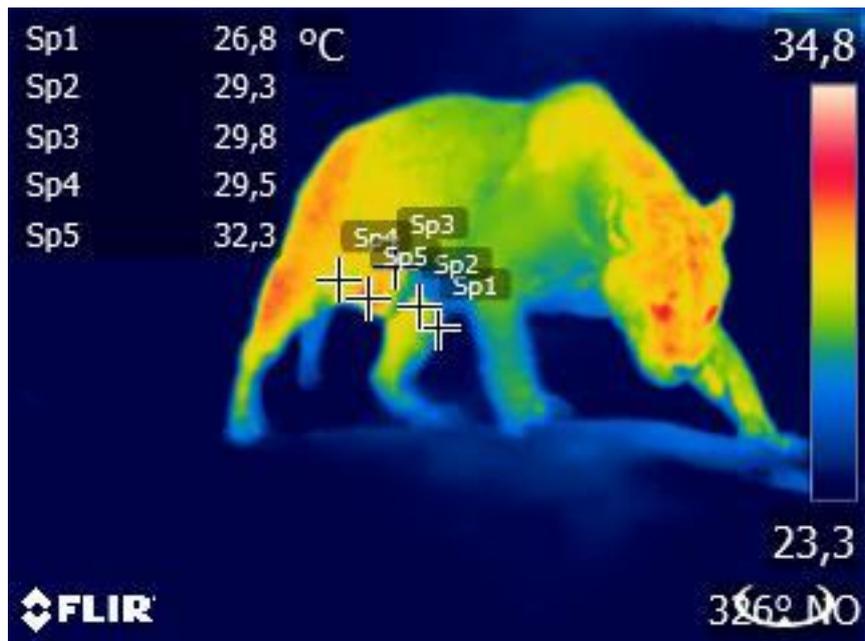


FIGURA 3 – Imagem térmica de onça-pintada (*Panthera onca*) - Sp5 é o ponto localizado no aumento de volume inguinal, indicando temperatura de 32,3°C. Sp1 ponto localizado no joelho esquerdo (26,8°C), sendo o mais hipotérmico. Demais pontos (Sp2, Sp3 e Sp4) circundam aumento de volume e mostram temperatura média 2,7°C abaixo de Sp5.

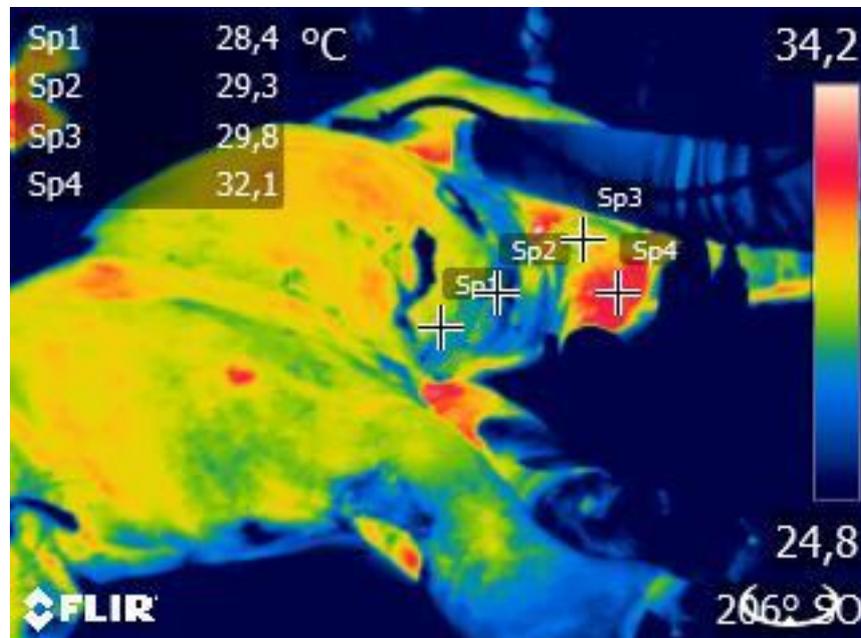


FIGURA 4 – Imagem térmica de onça-pintada (*Panthera onca*) - Animal contido quimicamente para avaliação. Sp4 é o local da formação, mostrando temperatura maior (32,1°C) que o ponto adjacente Sp3 (29,8°C), em inserção da formação em abdome. Pontos Sp1 em tórax e Sp2 em abdome mostram temperatura ainda menor.

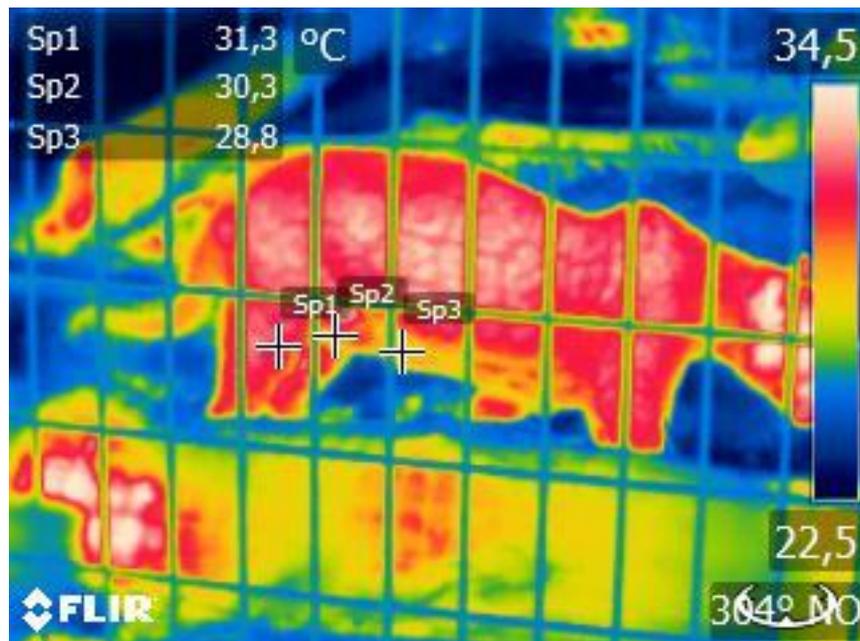


FIGURA 5 – Imagem térmica de onça-pintada (*Panthera onca*) - Imagem realizada seis meses após a cirurgia. Sp2 é o ponto onde havia o tumor, em região inguinal direita. Sp1 temperatura da região do joelho direito e Sp3 região abdominal.

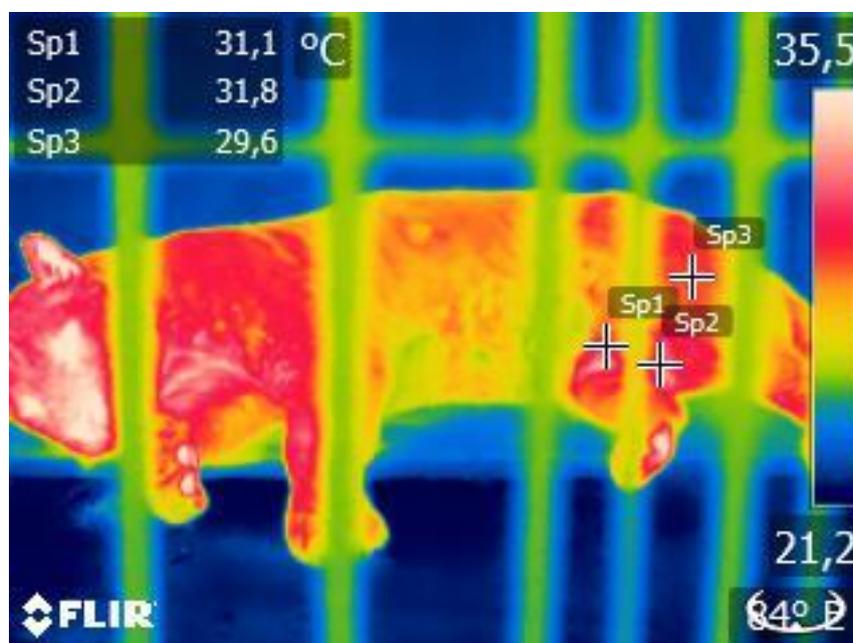


FIGURA 6 – Imagem térmica de onça-pintada (*Panthera onca*) - Animal em repouso, um ano após a cirurgia. Sp1 é região inguinal direita, Sp2 joelho esquerdo e Sp3 coxa esquerda. Temperatura de região inguinal direita 0,7°C mais baixa que joelho esquerdo.

4.2. Caso 02 - Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*)

Fêmea - microchip 963007000039820 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – SIM

Animal apresentou desconforto em pina esquerda. À inspeção à distância nada foi notado, ficando esta prejudicada devido ao pelame. A imagem termográfica mostrou hipertermia intensa em relação à pina direita (figura 7), com uma diferença de 2,9°C entre elas. Foi realizada contenção física para melhor avaliação, constatando-se um abscesso em pina, supostamente decorrente de mordedura do contactante da mesma espécie. Foi instituído tratamento com enrofloxacino 5mg/kg longa ação em dose única e meloxicam 0,2mg/kg dose única, ambos pela via intramuscular.

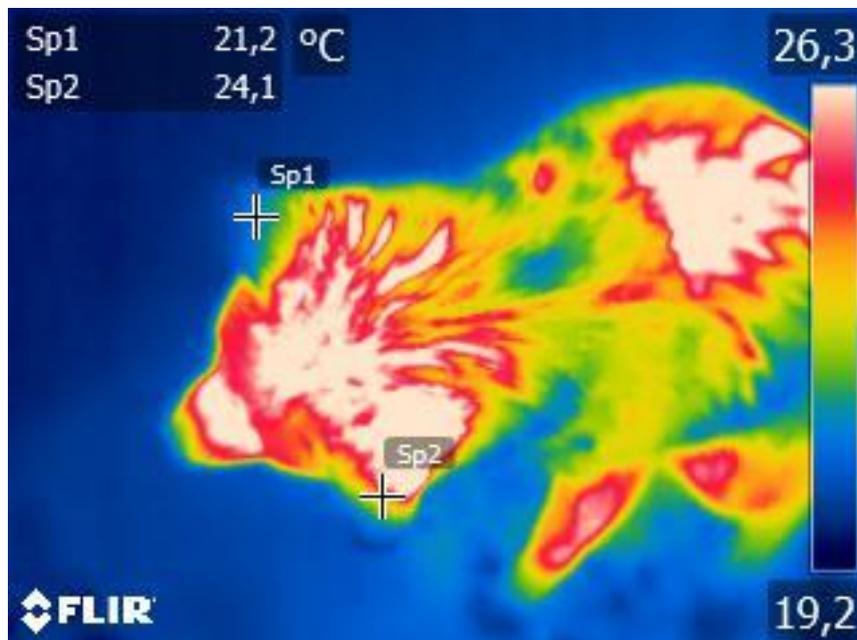


FIGURA 7 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - Pina direita com temperatura do ponto Sp1: 21,2°C e pina esquerda com temperatura do ponto Sp2: de 24,1°C.

Após o exame e tratamento o animal teve imagens registradas a cada três dias. Após três dias de tratamento já não havia desconforto, porém ainda havia diferença térmica entre as pinas. Com nove dias do início do tratamento, sem necessidade de nova contenção, a imagem já mostrava as pinas com temperaturas iguais, Sp1 e Sp2= 30,4°C (figura 8).

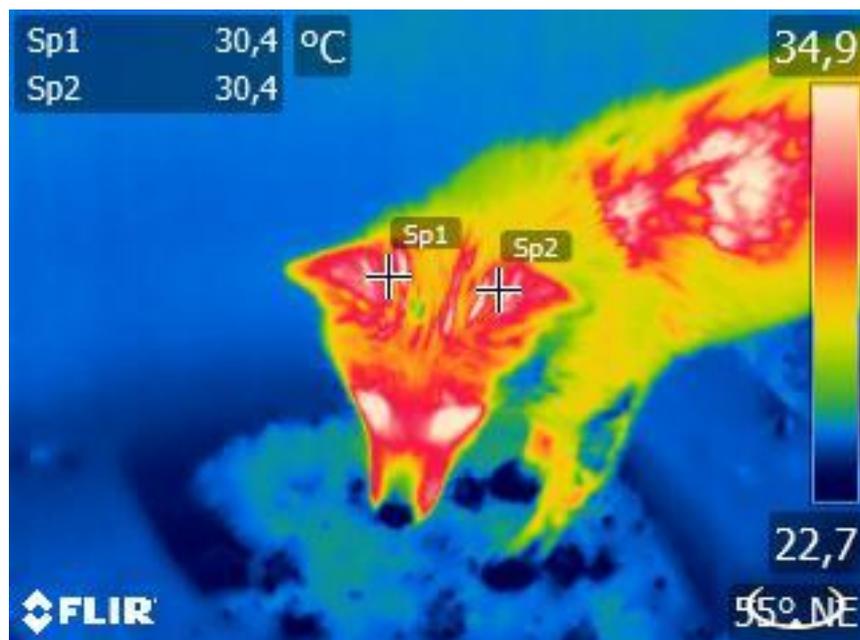


FIGURA 8 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) – Temperaturas de pata direita e esquerda estão iguais ($T=30,4^{\circ}\text{C}$).

Nesse caso a imagem termográfica mostrou diferença de $2,9^{\circ}\text{C}$ (figura 7), quando o animal manifestou desconforto em pata esquerda, porém à distância nada era observado nas patas, devido ao pelame. Embora o pelame tenha atrapalhado a inspeção à distância, o comprimento e densidade dos pelos nessa região não foram suficientes para fazer o isolamento térmico das patas, possibilitando assim uma adequada detecção dos raios infravermelhos emanados pelos tecidos locais e boa avaliação termográfica do local. Após o tratamento, no nono dia (figura 8), a termografia infravermelha indica que as temperaturas das patas estavam iguais; nesse dia já não havia sintoma. O método evitou assim uma nova contenção física para reavaliação da lesão, evitando estresse e favorecendo o bem-estar animal; já que a isotermia entre as patas aliada a ausência de sintomas mostrava a resolução do quadro.

4.3. Caso 03 - Jaguatirica (*Leopardus pardalis*)

Macho – microchip 939000004023089 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – **NÃO**

Animal apresentou lambedura em extremidade de membro torácico esquerdo. Havia passado por procedimento cirúrgico para amputação de dígitos de membro

torácico esquerdo dois anos antes do início da captura de imagens. Foram registradas imagens no recinto e não houve diferença térmica entre as regiões plantares dos dois membros torácicos (figura 9).

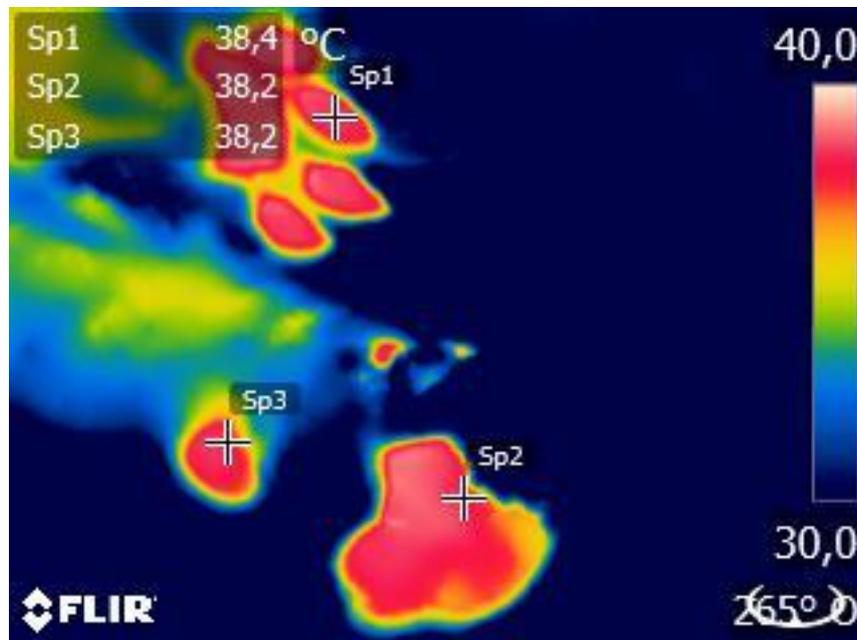


FIGURA 9 – Imagem térmica de jaguatirica (*Leopardus pardalis*) - Região plantar dos membros torácicos: comparação entre temperatura de membro direito (Sp1) e membro esquerdo (Sp2 e Sp3).

Sem imagens atípicas no exame termográfico, o animal foi contido quimicamente para exame físico. Visualizou-se uma fissura no coxim plantar, na área da amputação dos dígitos, localizada a 5mm de profundidade do tecido superficial do coxim, tecido sabidamente muito irrigado e quente (figura 9). Foi realizada limpeza do local e aplicação de meloxicam 0,2mg/kg via subcutânea. Seguiu-se tratamento com meloxicam via oral por mais quatro dias, com animal não demonstrando sintomas ao segundo dia de tratamento. Nenhuma das imagens térmica estava atípica.

As imagens não saíram do padrão nesse caso. A lesão estava a 5mm de profundidade da superfície do coxim plantar; por ser uma lesão linear fina em meio a uma área naturalmente hipertérmica em relação aos tecidos adjacentes (figura 9), não foi possível detectar a alteração. A termografia nesse caso não foi suficientemente sensível para detectar a alteração.

4.4. Caso 04 - Gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*)

Fêmea - microchip 939000004023490 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – SIM

Animal com aumento de volume inguinal em área de rarefação pilosa evidente à distância (figura 10). A imagem termográfica da área de rarefação pilosa estava 3,1°C acima da temperatura de área adjacente (figura 11).



FIGURA 10 – Imagem de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Área mais clara (seta branca) no aumento de volume inguinal, causada pela rarefação pilosa.

Em virtude da diferença térmica da área em relação às áreas adjacentes, optou-se pela contenção química do animal. Ao exame físico notou-se grande acúmulo de gordura no local (obesidade) e área de rarefação pilosa. A maior temperatura deveu-se, portanto, à ausência de cobertura pilosa local; que proporcionaria isolamento térmico (figura 12).

Com acompanhamento do quadro através da termografia infravermelha, verificou-se repilação total da lesão após dois meses (figura 13).

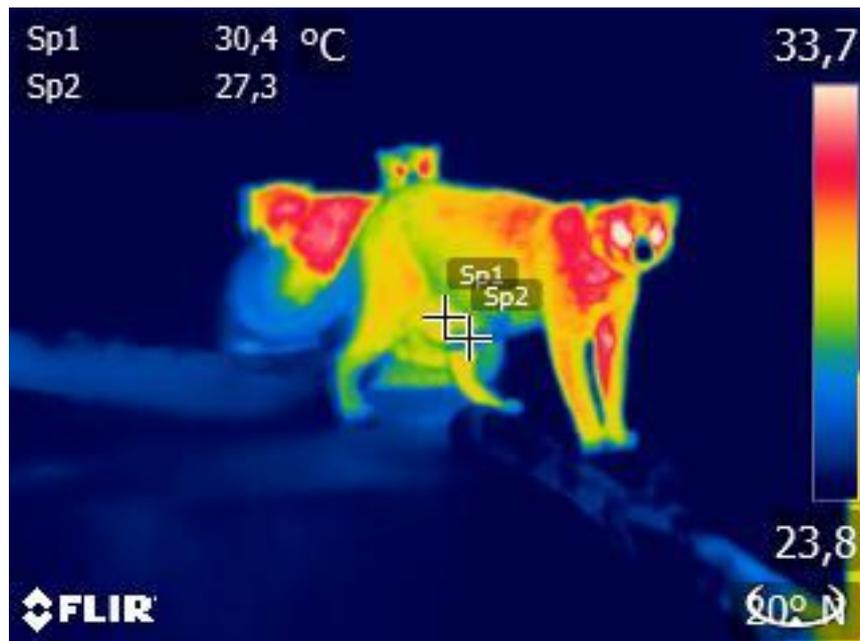


FIGURA 11 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Área hipertérmica com 30,4°C (Sp1) e área adjacente com 27,3°C (Sp2).



FIGURA 12– Imagem de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Animal contido quimicamente em decúbito lateral esquerdo. Nota-se o aumento de volume e área de rarefação pilosa decorrente da lambedura psicogênica.

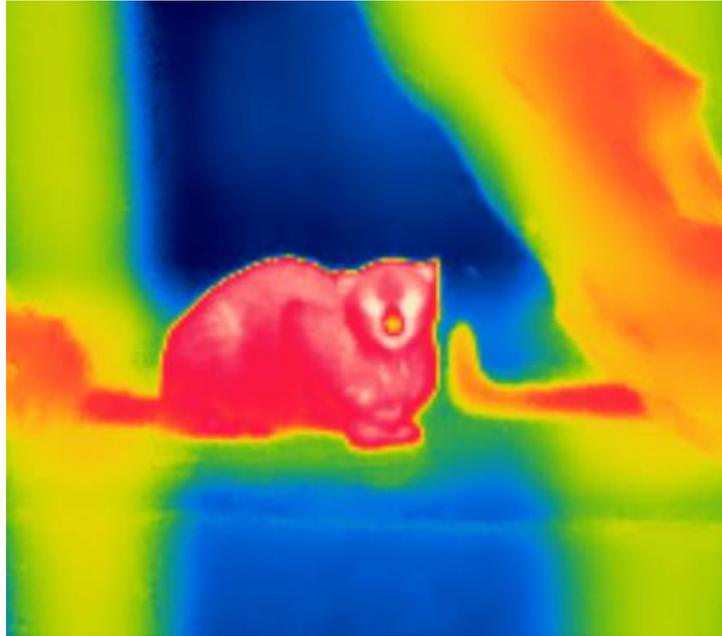


FIGURA 13 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Notar toda região ventral com coloração homogênea, mostrando isoterмия.

Nesse caso, havia uma área em região inguinal que chamava atenção pelo aumento de volume e rarefação pilosa (figura 10). A termografia infravermelha indicou 3,1°C a mais em relação aos tecidos adjacentes (figura 11). Após contenção química e exame físico constatou-se que a hipertermia ocorreu apenas pela ausência de cobertura pilosa local, cobertura essa que proporcionaria isolamento térmico. No exame físico foi notada a presença de pelos quebrados na base, que surgem após excessiva lambedura; constatando um quadro de dermatite psicogênica. No controle da repilação, não foi necessária nova contenção química, apenas o controle pela termografia infravermelha. Nota-se na figura 13 que apenas a coloração homogênea do ventre já indica isoterмия, mostrando total repilação da região. Assim, a termografia infravermelha se mostrou muito útil no acompanhamento de lesões cutâneas à distância, evitando contenções e estresse.

4.5. Caso 05 – Gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*)

Macho - microchip 963007000039727 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – **SIM**

Animal com diversas áreas de rarefação pilosa em tronco, no mesmo dia em que o animal do caso 04 surgiu com lesões similares (habitavam mesmo recinto). As

imagens térmicas indicaram maior temperatura nas áreas com falhas de pelos (figura 14), provavelmente pela ausência de isolamento térmico. O animal mostrou-se muito furtivo nesse dia, escondendo-se atrás dos contactantes e dificultando o registro das imagens (figura 15).

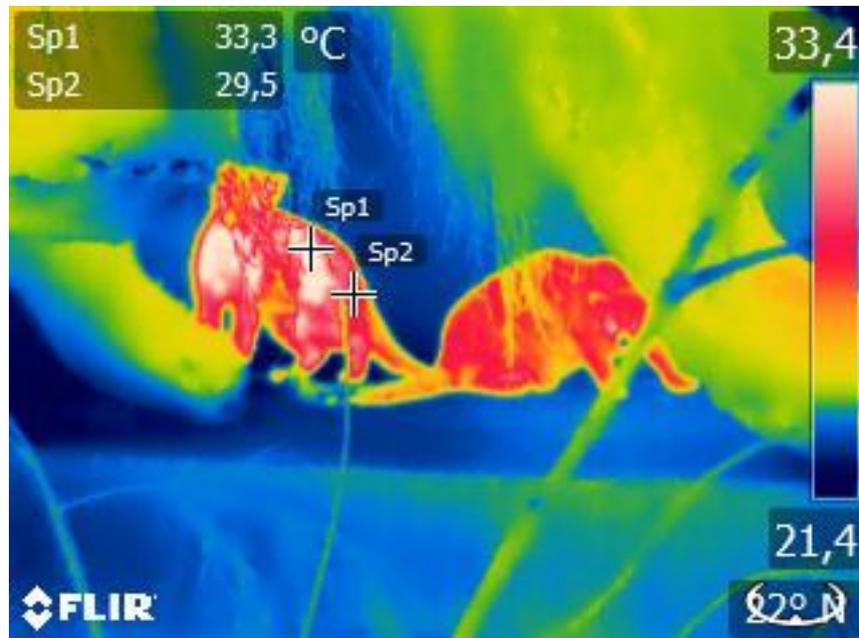


FIGURA 14 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Temperatura da área com rarefação pilosa Sp1 e da área com pelos íntegros Sp2.

Nesse caso, é provável que algum fator externo tenha estressado os animais na noite anterior, causando a lambedura excessiva nesses dois espécimes (caso 04 e caso 05). Como já havíamos contido quimicamente o indivíduo do caso 04 devido ao aumento de volume, e concluído que a lesão foi causada pela lambedura psicogênica, decidiu-se por não conter o indivíduo do caso 05. Ao acompanhamento termográfico das lesões, notou-se repilação completa após três meses (figura 16), através da comparação térmica entre diferentes pontos no local.

Com a termografia infravermelha foi possível detectar áreas hipertérmicas nas áreas rarefeitas, e o mais importante, acompanhar a repilação sem necessidade de contenções. Tanto no caso 04 como no caso 05, a termografia infravermelha mostrou uma função pouco explorada até hoje e estudada por poucos pesquisadores (ARENAS et al., 2002), sendo um excelente método para o acompanhamento de lesões dermatológicas.

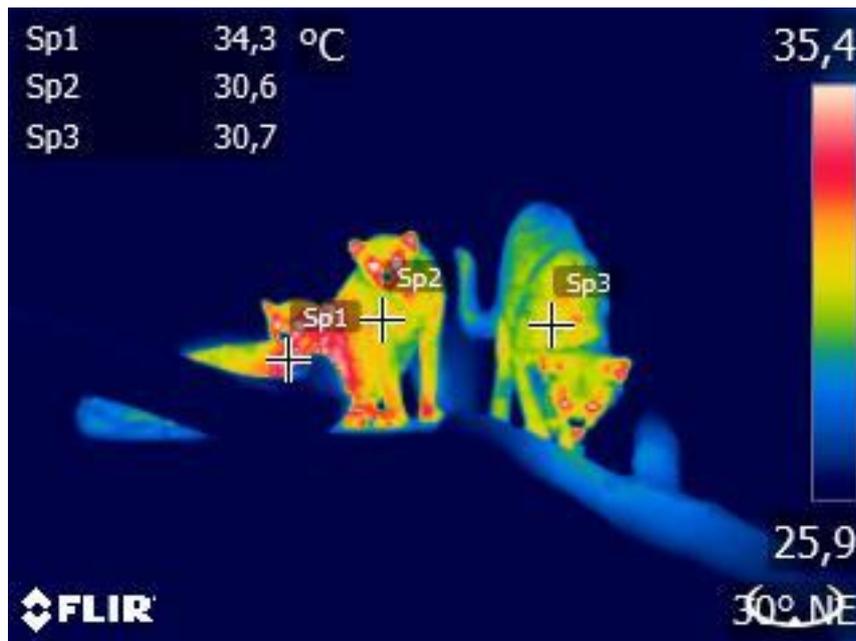


FIGURA 15 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Animal sempre furtivo, atrás dos contactantes, mas imagens térmicas mostram nítida diferença térmica entre o animal avaliado (Sp1 = 34,3°C) e os demais (Sp2 = 30,6°C e Sp3 = 30,7°C).

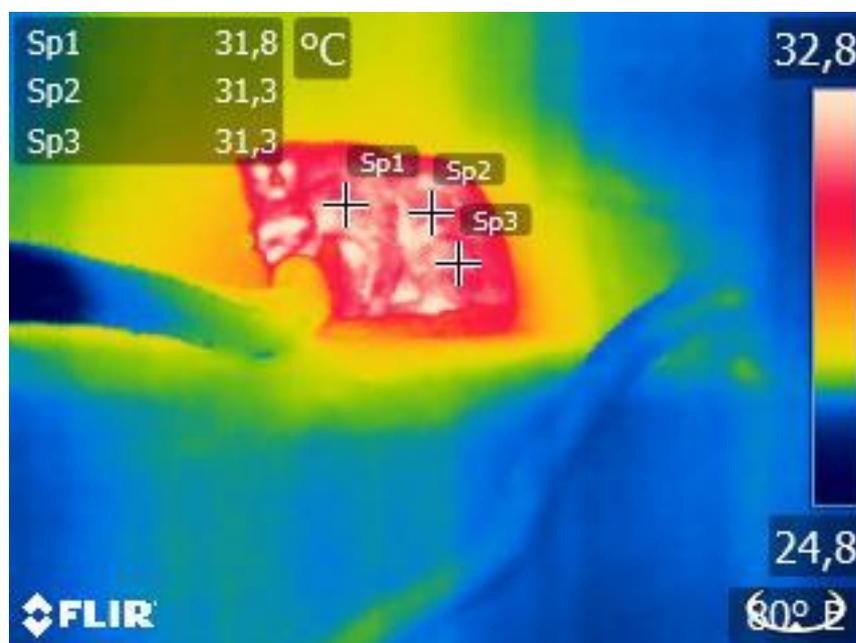


FIGURA 16 – Imagem térmica de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) - Notar temperatura em região cervical (Sp1), torácica (Sp2) e em coxa esquerda (Sp3) muito próximas, com diferença de apenas 0,5°C.

4.6. Caso 06 – Gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*)

Macho – microchip 939000004022305 – IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – SIM

Animal foi encontrado no recinto com aumento de volume infraorbitário esquerdo. Havia área com rarefação pilosa na lesão e uma fístula drenando secreção purulenta (figura 17).



FIGURA 17 – Imagem de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) - Aumento de volume, com áreas da rarefação pilosa e pelos sujos com secreção purulenta.

Animal foi prontamente atendido e assim a imagem não foi realizada na distância padronizada. Na região central há uma grande área hipotérmica, decorrente da área fistulada e necrosada. A área do aumento de volume está hipertérmica devido ao processo inflamatório e a diminuição de pelos na região (figura 18).

Após exame físico concluiu-se que o aumento de volume era um abscesso decorrente de uma infecção periodontal. Foi realizada a extração dentária e tratamento com enrofloxacino 5mg/kg via oral (SID) durante 10 dias e meloxicam 0,2mg/kg (SID) durante 3 dias, ambos por via intramuscular. Após quinze dias o animal já não tinha nenhuma lesão externa (figura 19).

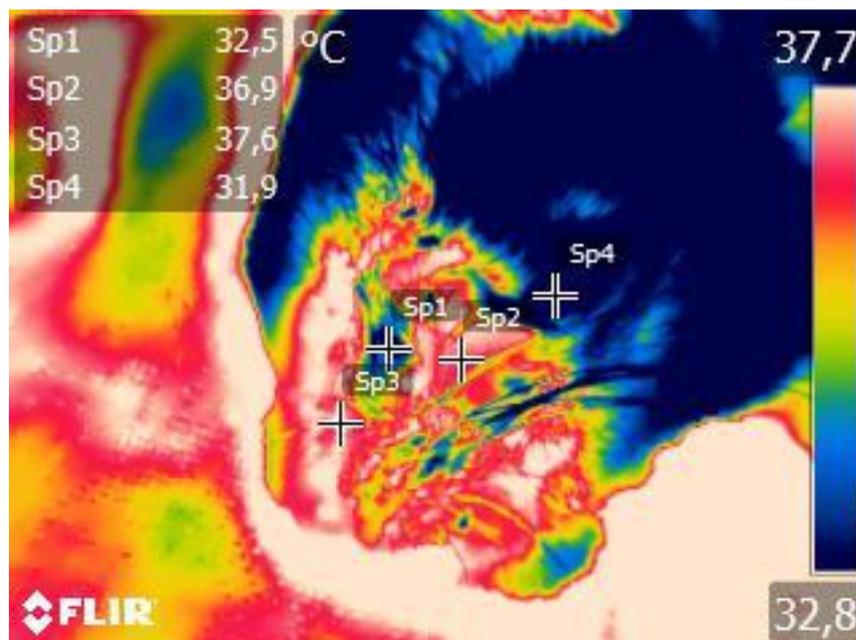


FIGURA 18– Imagem térmica de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) - Temperatura da fístula (Sp1: 32,5°C) está menor que do aumento de volume, porém maior em 0,6°C em relação à cabeça (Sp4). Áreas do aumento de volume (Sp2 e Sp3) maiores que do restante da cabeça (Sp4) em até 6°C.

Devido ao pronto-atendimento desse indivíduo, a distância padronizada na captação das imagens não foi mantida. Na região central há uma grande área hipotérmica, decorrente da área fistulada e necrosada. Áreas necrosadas tem menor perfusão sanguínea e conseqüentemente menor temperatura. A área do aumento de volume está hipertérmica devido ao processo inflamatório e a diminuição de pelos na região, que fariam isolamento térmico da pele (figura 18).

Esse foi um dos casos em que foi possível notar a hipotermia em uma lesão, devido à natureza do processo que envolveu necrose do tecido cutâneo após a fistulação de material purulento. Na medicina humana, a termografia infravermelha é muito utilizada para avaliação do fluxo sanguíneo, tanto em doenças circulatórias como em monitoramento de enxertos e transplantes cutâneos (HILSBURG-MERZ, 2000). Assim, também na medicina veterinária, temos que ficar atentos à possibilidade da presença de pontos hipotérmicos na imagem, que podem nos indicar redução do fluxo sanguíneo ou até mesmo áreas de necrose, como no caso 06.

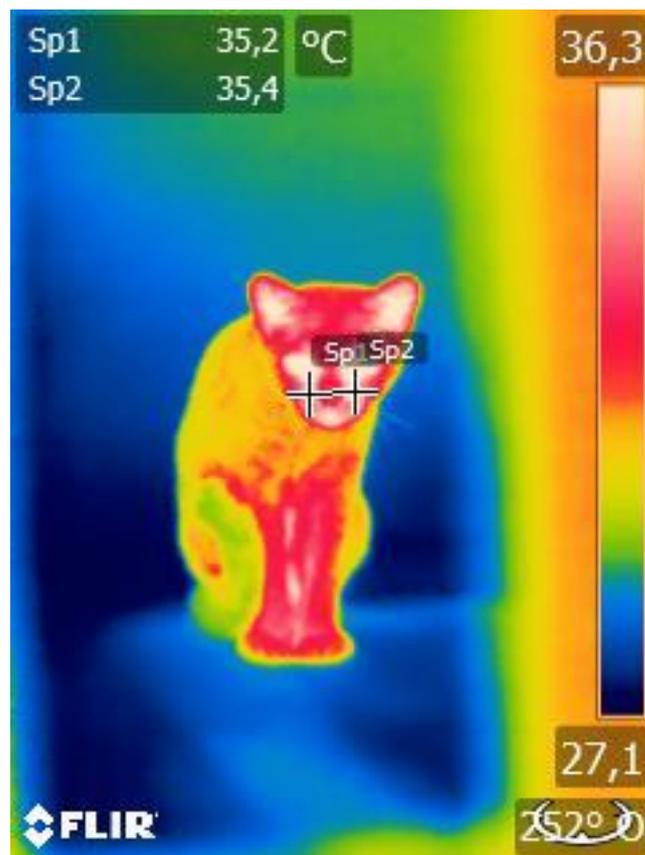


FIGURA 19 – Imagem térmica de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) - Temperaturas similares em Sp1 em face direita e Sp2 em face esquerda, onde havia a lesão.

4.7. Caso 07 – Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*)

Macho - microchip963008000003685 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – **NÃO**

Animal com dificuldade em se levantar e claudicação em membros pélvicos. Imagem termográfica (figura 20) mostrou discreta diferença (0,3°C) entre temperaturas mensuradas em coluna torácica (Sp1) e coluna lombar (Sp2). Os membros são mais quentes devido a menor cobertura pilosa, e assim, a coxa direita (Sp3) e joelho direito (Sp4) apresentam temperatura maior que do tronco (figura 20). Animal foi tratado com carprofeno 2,2mg/kg (BID) por cinco dias, por via oral, e não apresentou mais sintomas.

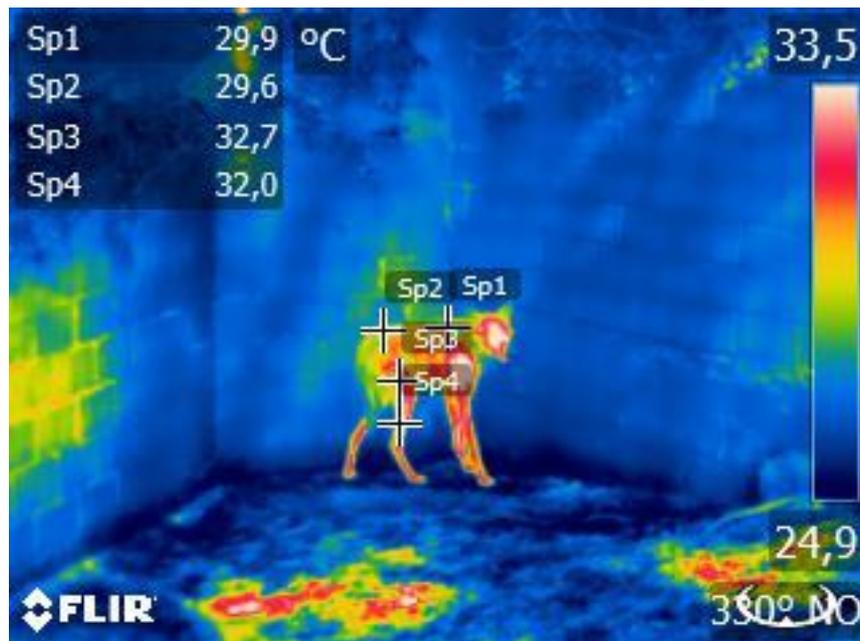


FIGURA 20—Imagem térmica de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) - Animal sintomático, porém sem alteração na imagem térmica.

Comparando com a imagem (figura 21) de um dia em que o animal estava assintomático, notou-se que sempre há diferença entre temperatura do tronco (com pelame mais denso e mais longo) e temperatura dos membros (pelame menos denso e mais curto). Trata-se de um indivíduo de idade avançada, com sintomas que sugerem dor articular. Exames radiográficos de anos anteriores localizaram osteófitos ventrais entre a face caudal de T9 (nona vértebra torácica) e a face cranial de T10 (décima vértebra torácica), característicos de osteoartrose.

Sem alterações nas imagens térmicas e conhecendo o histórico clínico do animal, optou-se por medicar com anti-inflamatório e não correr riscos com a contenção química em razão da idade avançada do indivíduo. Nesse caso, a termografia infravermelha não foi capaz de acusar mudança no padrão térmico devido ao vasto pelame da espécie, corroborando a hipótese de Hilsberg-Merz que em mamíferos da Ordem *Carnivora* há dificuldade da técnica relacionada ao pelame (HILSBERG-MERZ, 2008).

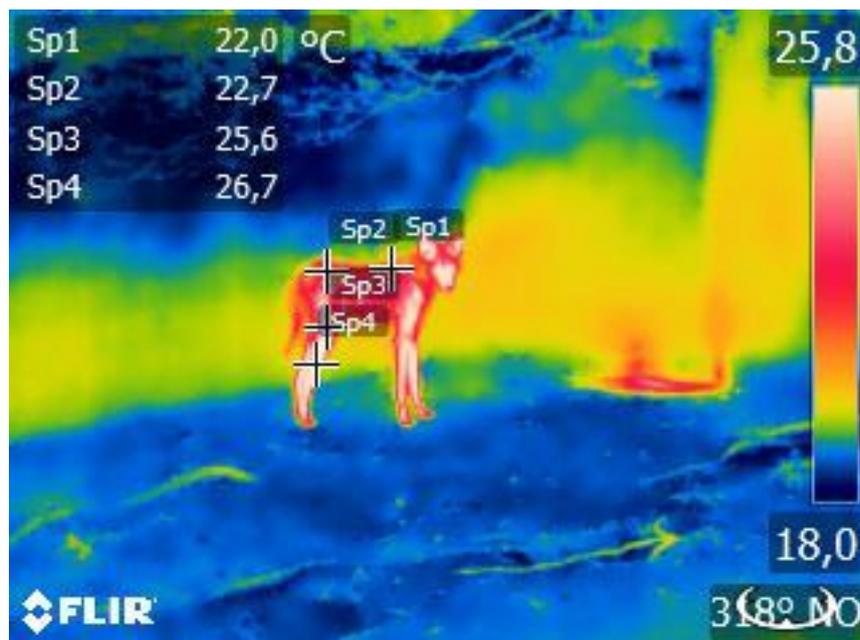


FIGURA 21 – Imagem térmica de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) -Animal assintomático, com mesmo padrão de temperatura entre tronco e membros.

4.8. Caso 08 – Raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*)

Fêmea - microchip 956 000 000 493 331 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – SIM

Animal foi encontrado com desconforto em membro torácico direito, com lambedura excessiva na região. Foram registradas imagens, que detectaram apenas um ponto hipertérmico em região de cotovelo direito (figura 22). Com desconforto excessivo para apenas um ponto hipertérmico, optou-se pela contenção química e exame clínico geral. Foram visualizadas lesões perfuro cortantes condizentes com mordedura realizada pelo contactante. As lesões estavam no cotovelo e também na face medial do membro, justificando os sintomas apresentados pelo animal. Não foram obtidas imagens dessa face pelo posicionamento do paciente. Foi realizada limpeza dos ferimentos com solução fisiológica e aplicação de tetraciclina spray tópica, meloxicam 0,2mg/kg dose única, tramadol 1mg/kg dose única e oxitetraciclina 20mg/kg a cada três dias por três aplicações, todos pela via intramuscular. Após nove dias o animal estava assintomático e com imagem térmica mostrando temperaturas muito próximas em três pontos do cotovelo direito (figura 23).

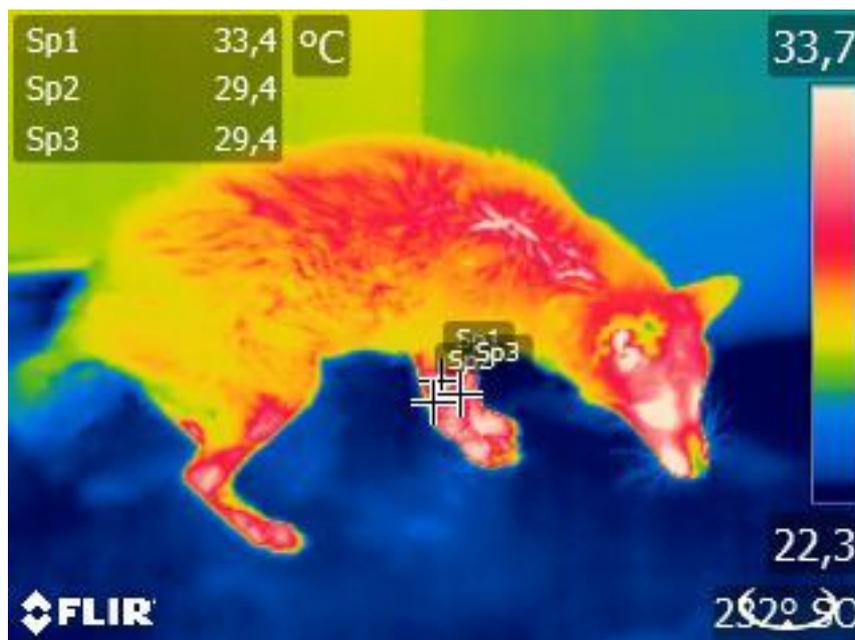


FIGURA 22 – Imagem térmica de raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*) - Ponto Sp1 indica 4°C acima dos demais pontos periféricos.

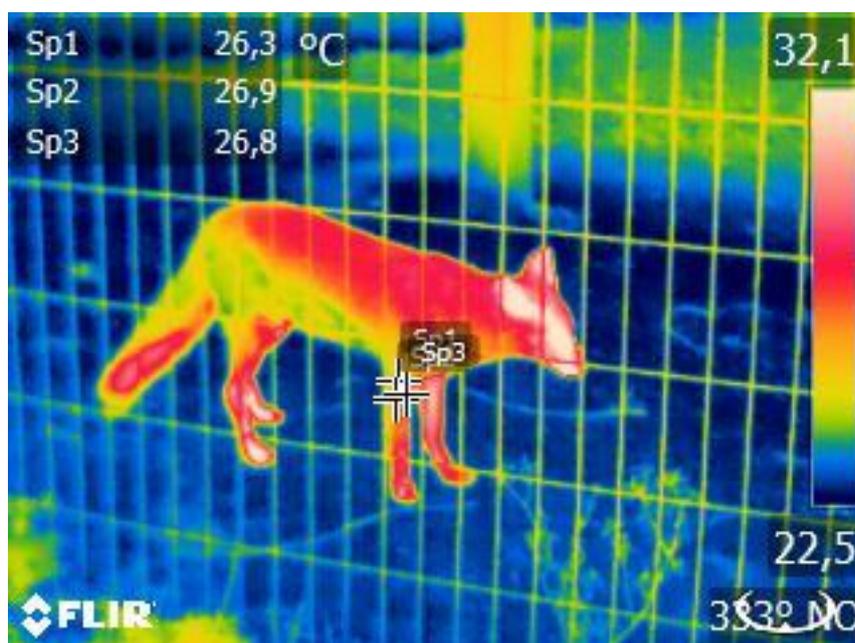


FIGURA 23 – Imagem térmica de raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*) - Os três pontos (Sp1, Sp2 e Sp3) marcados apresentam temperaturas muito próximas.

Nesse caso, embora tenhamos conseguido detectar um ponto hipertérmico (perfuração) na face lateral do cotovelo, a imagem não mostrou a real dimensão das lesões. Cabe assim ao operador do termógrafo, ao lidar com animais selvagens, ser

bastante criterioso e paciente, para que consiga fazer imagens em diversos ângulos, conforme as variações e necessidades de cada caso.

4.9. Caso 09 – Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*)

Fêmea – microchip 963008000003698 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – SIM

Animal com claudicação em membro torácico esquerdo. A imagem termográfica (figura 24) mostra ponto hipertérmico (Sp1: 35,6°C), além de indicar as áreas adjacentes (Sp2, Sp3) que ainda estavam hipertérmicas em relação ao membro torácico direito (Sp4: 28,9°C). Essa imagem chamou atenção e optou-se por melhor avaliação. Foi realizada contensão química para exame físico e avaliação radiográfica. Ao exame físico foi detectado apenas edema local. No exame radiográfico havia fissura oblíqua em terço distal de ulna esquerda, com preservação de eixo ósseo. Optou-se apenas por tratamento com meloxicam 0,2mg/kg (SID) durante 7 dias por via oral, sem necessidade de imobilização.

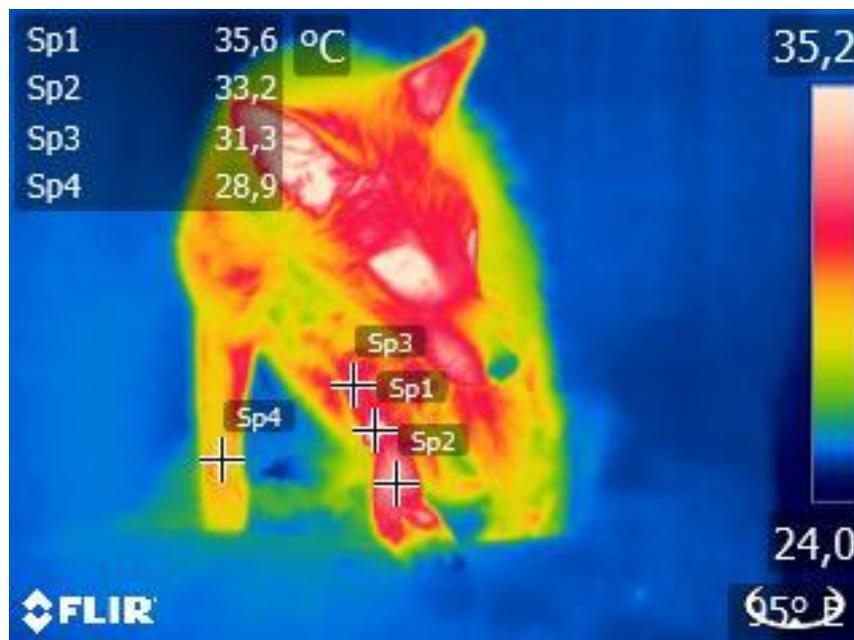


FIGURA 24 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - O ponto com maior temperatura Sp1 é o ponto do foco de fratura. Os tecidos adjacentes, Sp2 e Sp3, ainda indicam temperatura maior que o membro contralateral (Sp4).

Após três dias nova imagem foi realizada (figura 25), registrando menor temperatura no local. Animal apresentou apoio normal do membro e leve claudicação.

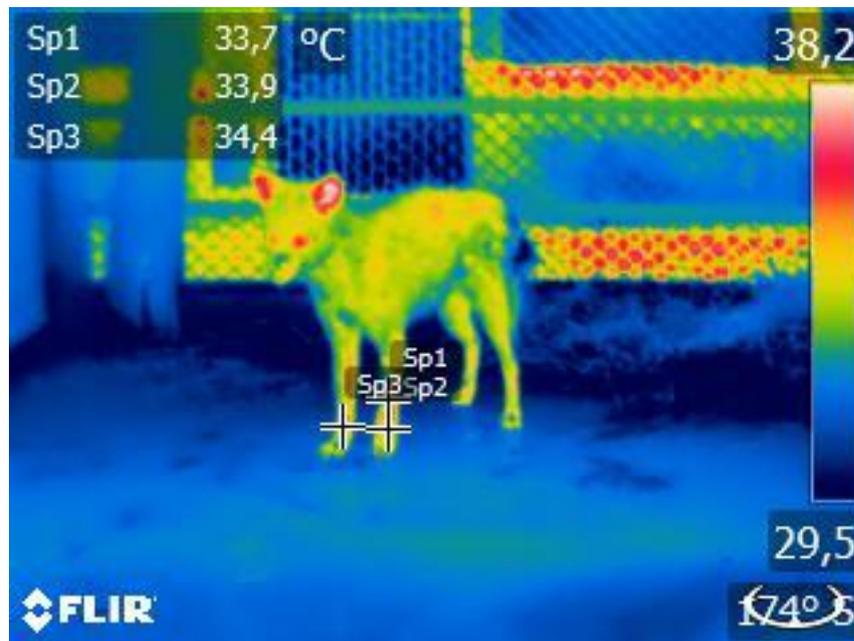


FIGURA 25 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - Três dias após o trauma e com terapia instituída, a diferença de temperatura entre os membros era de 0,5°C; sendo que no membro fraturado (Sp1 e Sp2) a temperatura está menor que no contralateral (Sp3).

Nesse caso, considerando a fissura oblíqua localizada no terço distal da ulna esquerda, uma lesão pequena e discreta, a termografia infravermelha mostrou extrema sensibilidade detectando hipertermia em todo o membro torácico esquerdo. Mesmo em pontos mais distantes (Sp2 e Sp3) do foco da fissura, a imagem termográfica (figura 24) mostra hipertermia em relação ao membro torácico direito (Sp4: 28,9°C).

4.10. Caso 10 – Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*)

Macho - microchip 963007000039519 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – SIM

Animal apresentou claudicação em membro torácico direito. Imagem indicou hipotermia abaixo da articulação do carpo (figura 26). Em nenhum momento foi possível fazer comparação térmica com membro contralateral, pois animal escondeu o membro todo o tempo. Animal foi medicado com meloxicam 0,2mg/kg (SID) durante

três dias, por via oral. Após três dias foi realizada nova tomada de imagem (figura 27). Nessa imagem, a região de falanges mostrou hipertermia em relação ao carpo. Optou-se pela contenção química. Ao exame físico nada foi notado e na radiografia constatou-se fratura completa de falanges do membro referido. Foi mantido o tratamento com meloxicam por mais sete dias. Tratador relatava que claudicação diminuiu, porém o animal ficou muito furtivo e não se levantava com a presença da equipe veterinária, não sendo possível registrar novas imagens para acompanhamento. O tratador também não conseguiu registrar imagens.



FIGURA 26 – Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - Temperatura mais baixa em região de falanges (Sp1: 24,7°C) e em região de carpo (Sp2: 26,8°C).

Nesse caso detectou-se hipotermia localizada abaixo da articulação do carpo (figura 26). A explicação para hipotermia é citada por alguns autores como sendo decorrente de um déficit neurológico secundário à dor (GROSSBARD et al., 2014). O animal foi medicado com anti-inflamatório por três dias e nova imagem foi realizada (figura 27). Dessa vez a região de falanges mostrou hipertermia em relação ao carpo. Após o tratamento com anti-inflamatório houve diminuição da inflamação e da dor, mas manteve-se o rubor, responsável pela hipertermia após três dias. Outra situação interessante nesse caso foi a reação do animal perante a equipe veterinária e ao

termógrafo. Com a presença de algum membro da equipe o animal não se mexia, se movendo apenas com o tratador. No entanto, quando o tratador surgia com o aparelho na mão o animal ficava imóvel. Assim não foi possível realizar imagens para acompanhamento do quadro.

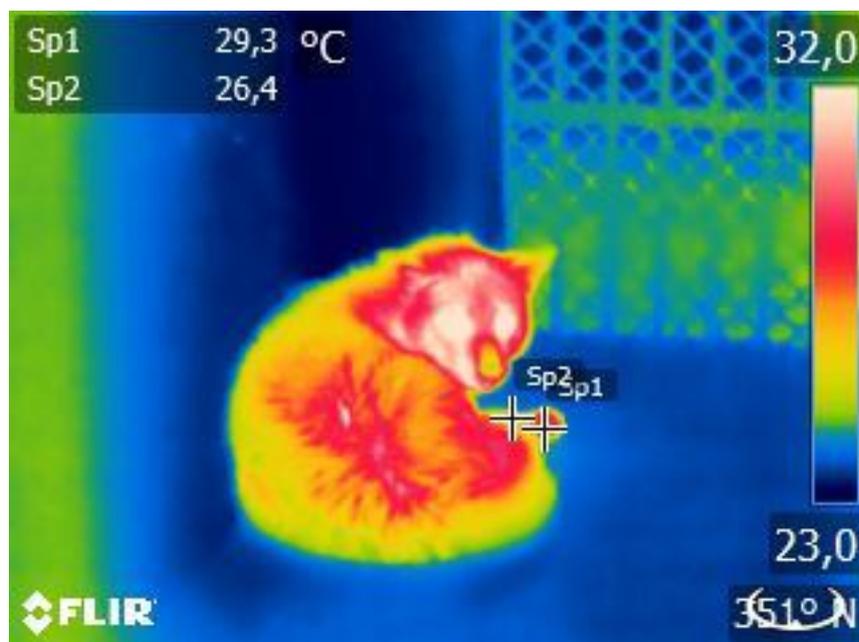


FIGURA 27 - Imagem térmica de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) - Temperatura em região de falanges (Sp1: 29,3°C) aparece maior do que em região de carpo (Sp2: 26,4°C).

4.11. Caso 11 – Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*)

Macho – microchip 985111000872393 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – NÃO

Animal com claudicação de membro torácico esquerdo. As imagens térmicas não estavam atípicas (figura 28). Assim, devido à intensidade da claudicação foi realizada a contenção química para exame físico e exames radiográficos. Nada foi detectado nos exames físico e radiográfico. O animal foi medicado por via oral durante seis dias com carprofeno 2mg/kg (BID) e ao sexto dia estava assintomático. Novas imagens (figura 29) foram realizadas no sexto dia. Neste dia a temperatura do membro torácico esquerdo estava discretamente maior que de membro torácico direito (0,1°C) na altura das articulações úmero-radio-ulnares (diferença entre Sp3 e Sp4).

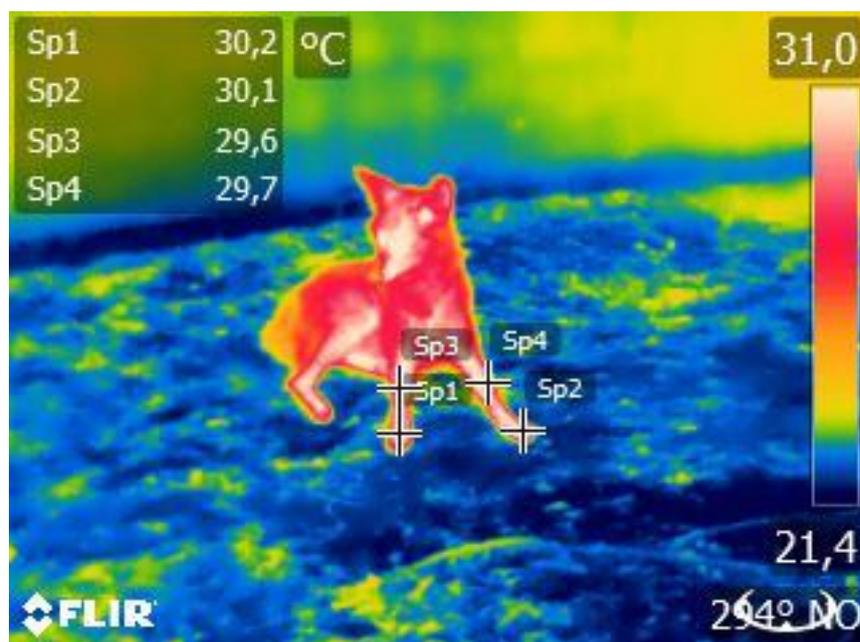


FIGURA 28 – Imagem térmica de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) - Discreta diferença entre Sp1 e Sp2 (0,1°C) e entre Sp3 e Sp4 (0,1°C), mostram temperaturas muito próximas entre membro direito assintomático e o membro esquerdo claudicante.

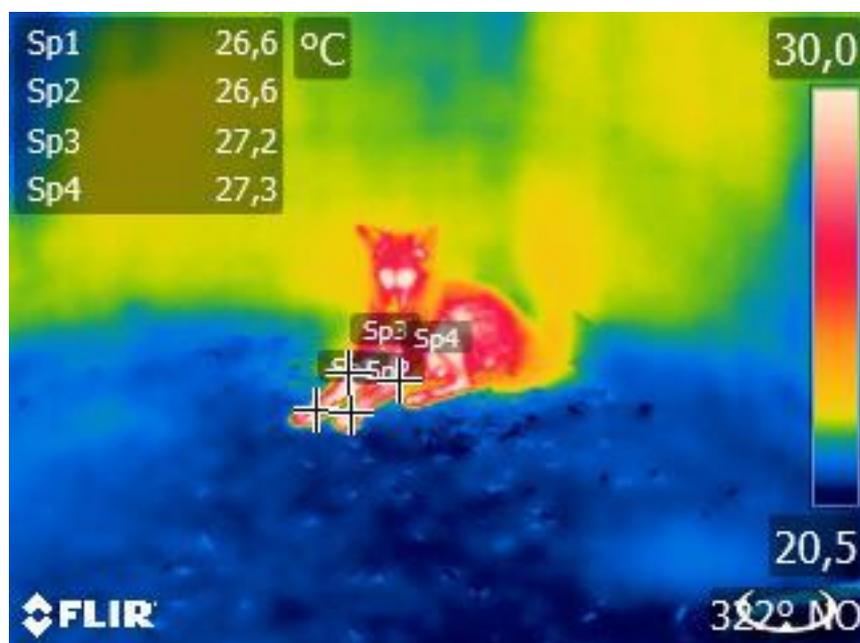


FIGURA 29 – Imagem térmica de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) - Após seis dias de tratamento, animal já assintomático, com discreta diferença entre Sp3 e Sp4 (0,1°C).

Nesse caso as imagens térmicas não estavam atípicas, apesar da claudicação evidente de membro torácico esquerdo. Nada foi evidenciado nos exames físico e radiográfico. A hipótese é que o animal teve alguma contusão muscular, lesão difícil de ser notada ao exame físico com animal anestesiado e no exame radiográfico. Dependendo do grupo muscular envolvido, sua proximidade com tecido cutâneo e a extensão da lesão, a termografia infravermelha não teria sensibilidade para detectá-la.

4.12. Caso 12 – Gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*)

Macho - microchip 939000004023660 - IMAGEM TÉRMICA ATÍPICA – **NÃO**

Animal foi encontrado em extrema apatia no recinto, sem apresentar sintomas prévios. Foi contido fisicamente e levado ao Setor Veterinário. Animal foi colocado em máscara para inalação de isoflurano para avaliação e assim foram registradas as imagens do animal em decúbito lateral. Não foram notadas imagens térmicas atípicas (figura 30). Animal recebeu fluidoterapia e foi a óbito após uma hora. Exames bioquímicos demonstraram altos níveis de ureia (847mg/dL – padrão até 50mg/dL) e creatinina (11,0mg/dL – padrão até 2,0mg/dL) (SILVA; ADANIA, 2006). Posteriormente, a necropsia indicou fibrose renal bilateral com severa alteração de arquitetura, concluindo que a *causa mortis* foi insuficiência renal.

O animal foi encontrado em choque toxêmico devido à insuficiência renal. As imagens mantiveram o padrão habitual, sem pontos hipo ou hipertérmicos. A temperatura corpórea no exame físico, através de mensuração com termômetro digital via retal foi de 38°C. A única alteração que poderíamos notar na termografia seria menor temperatura cutânea, mas isso se o animal estivesse hipotérmico. Como o gato estava normotérmico, as imagens foram compatíveis com o quadro clínico. Na insuficiência renal, não são esperadas alterações térmicas diretamente relacionadas a ela. Assim, embora não tenhamos encontrado imagens térmicas atípicas, elas não poderiam existir nesse quadro.

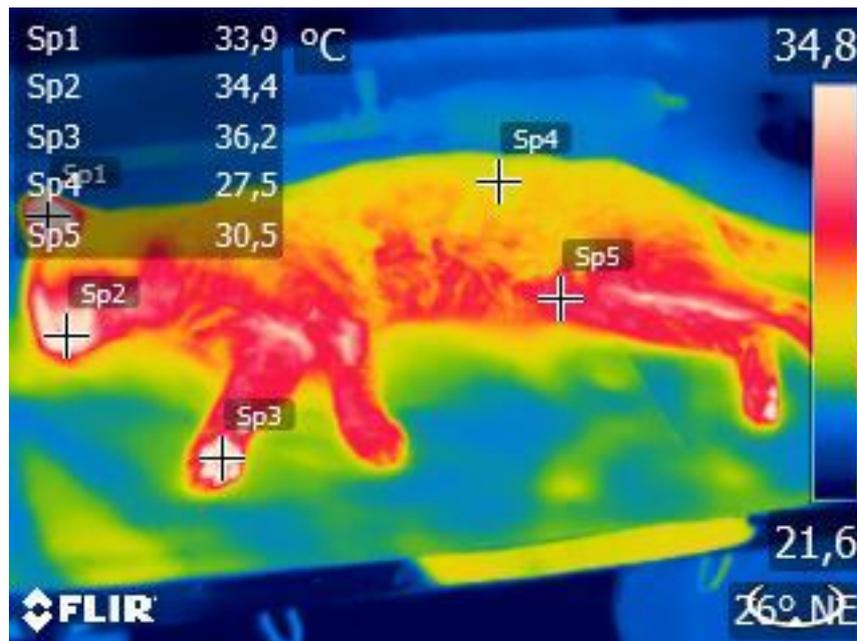


FIGURA 30 – Imagem térmica de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) - Fisiologicamente, a temperatura de pinas, face e coxins são sempre mais quentes (respectivamente Sp1, Sp2 e Sp3). Em região dorsal, com pelame mais denso e longo (Sp4) a temperatura superficial mostra-se menor que da região abdominal, com pelame mais rarefeito e mais curto (Sp5).

5. DISCUSSÃO GERAL

Não houve nenhum achado nas imagens que foram realizadas seguindo a metodologia principal deste estudo. Nos doze casos, os sintomas foram prévios à detecção das alterações das imagens. Diversos autores citam que é possível detectar imagens térmicas atípicas, com pontos de hipo ou hipertermia, previamente aos sintomas (MIKAIL, 2010). Não foi o caso dessa pesquisa, provavelmente pelo intervalo entre as imagens ser amplo, de quinze dias. Nos trabalhos relatados as amostragens são mais frequentes, facilitando a detecção de mudanças térmicas mais próximas aos sintomas (STRÖMBERG, 1973; VADEN et al., 1980; MARR, 1992).

Nos quatro casos em que a termografia infravermelha não detectou imagens atípicas, havia explicações para todas elas. No caso 03, seria pouco provável que o aparelho detectasse hipertermia a 5mm de profundidade da superfície do coxim, tecido que tem por característica ser bastante irrigado e quente (figura 9). No caso 07, devido ao pelame longo e espesso no dorso, o isolamento térmico é grande, dificultando a captação dos raios infravermelhos emanados pela região. Este animal estava com osteoartrose. Em cães de pelo curto, esse mesmo tipo de lesão é facilmente detectado pela termografia infravermelha (GROSSBARD et al., 2014). Alguns autores já relataram a dificuldade relacionada ao pelame; mas Hilsberg-Merz ainda é mais específica, citando que em mamíferos da Ordem *Carnivora* existe essa complicação relacionada aos pelos (HILSBURG-MERZ, 2008). Entretanto, não se pode generalizar que esta técnica seja menos recomendada para a Ordem *Carnivora*, uma vez que em animais de pelo curto da família Felidae ela foi muito promissora; e nos animais de pelos longos (como nos canídeos aqui estudados) a técnica mostrou boa sensibilidade em cabeça e membros. No caso 11, a hipótese é da ocorrência de uma contusão de um grupo muscular mais profundo, já que no exame físico e na radiografia nada foi detectado. No caso 12, de insuficiência renal, de fato não seria de se esperar uma imagem térmica atípica.

De maneira geral, nessa pesquisa, a termografia infravermelha se mostrou um exame de alta sensibilidade, mas de baixa especificidade, assim como já foi citado por alguns autores (INFERNUSO et al., 2010); devendo ser associada a outras modalidades

de imagem ou outros exames complementares. Sua relevância na medicina de animais selvagens é o auxílio que traz à conduta veterinária, ajudando o veterinário nas decisões de manejo, contenção, diagnóstico e terapêutica. Apenas nos casos 05 e 07 não foi necessária outra intervenção. No caso 05 optou-se em não conter o animal por estar claro que as alterações térmicas provinham da rarefação pilosa. No caso 07, por conta da idade avançada do lobo-guará, optou-se em tratar o animal baseando-se em seu histórico clínico, já que os sintomas eram claros e as imagens termográficas não estavam atípicas.

Como limitação da técnica, podemos citar as questões relativas à liberdade do animal durante o exame, pois o movimento excessivo dificulta a tomada de imagens; ou ao contrário, como ocorreu nos casos 08 e 10, em que os animais não permitiram a captação das imagens em ângulos necessários ao diagnóstico, pois ficaram estáticos.

Vale ressaltar a necessidade de mais estudos com a técnica, principalmente em relação à padronização de imagens e mapeamentos de algumas espécies, que podem servir de parâmetro para outras com similaridades taxonômicas, fomentando o uso da termografia infravermelha na medicina e conservação de animais selvagens, tanto *ex-situ* como *in-situ*.

6. CONCLUSÕES

1- É possível correlacionar as imagens com os sintomas, sendo um bom exame complementar na área de Imaginologia, dispensando qualquer tipo de condicionamento, imobilização ou sedação.

2- A termografia infravermelha tem boa sensibilidade para diagnosticar afecções em felídeos selvagens. No entanto, em canídeos selvagens, ela mostra baixa sensibilidade em afecções que acometem o tronco (tórax e abdome); tendo boa sensibilidade para afecções de membros e cabeça.

3- Nesse estudo, a termografia infravermelha não foi capaz de detectar imagens térmicas atípicas previamente à sintomatologia clínica, utilizando registro quinzenal de imagens.

4- Foi possível acompanhar a evolução do tratamento clínico de forma remota, evitando assim contenções frequentes e estresse dos animais, mostrando-se altamente favorável à manutenção do bem-estar animal.

7. REFERÊNCIAS

ARENAS, A.; GOMEZ, F.; SALAS, R.; CARRASCO, P.; BORGE, C.; MALDONADO, A.; O'BRIEN, D.; MARTINEZ-MORENO, F.J. An evaluation of the application of infrared thermal imaging to the tele-diagnosis of sarcoptic mange in the Spanish ibex (*Capra pyrenaica*). **Veterinary Parasitology**, v.109, p. 111–117, 2002.

ARORA, N. et al. Effectiveness of a noninvasive digital infrared thermal imaging system in the detection of breast cancer. **The American Journal Surgery**, vol.196, n.4, p.523-526, 2008.

BOWERS, S.; GANDY, S.; ANDERSON, B.; RYAN, P.; WILLARD, S. Assessment of pregnancy in the late-gestation mare digital infrared thermography. **Theriogenology**, vol. 72, p. 372-377, 2009.

BROWN, J.L. Female reproductive cycles of wild female felids. **Animal Reproduction Science**. v. 124, pp 155-162, 2011.

CILULKO, J.; JANISZEWSKI, P.; BOGDASZEWSKI, M.; SZCZYGIELSKA, E. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. **European Journal of Wildlife Research**, vol. 59, p. 17-23, 2013.

COOK, N.J.; SMYKOT, A.B.; HOLM, D.E.; FASENKO, G.; CHURCH, J.S. Assessing feather cover of laying hens by infrared thermography. **Journal of Applied Poultry Research**, vol. 15, p.274-279, 2006.

DELAHANTY, D. D.; GEORGI, J. R. Thermography in equine medicine. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol.147, n.3, p.235-238, 1965.

DUNBAR, M.R.; JOHNSON, S.R.; RHYAN, J.C.; McCOLLUM, M. Use of infrared thermography to detect thermographic changes in mule deer (*Odocoileus hemionus*) experimentally infected with foot-and-mouth disease. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, vol. 40, p.296-301, 2009.

DUNBAR, M.R.; MCARTHY, K.A. Use of infrared thermography to detect signs of rabies infection in raccoons (*Procyon lotor*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, vol. 37, n.4, p. 518-523, 2006.

DUNCAN, A.E.; TORGERSON-WHITE, L.L.; ALLARD, S.M. SCHNEIDER, T. An Evaluation of Infrared Thermography for Detection of Bumblefoot (pododermatitis) in Penguins. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, 47(2), p. 474-485.

DURRANT, B.S.; RAVIDA, N.; SPADY, T. CHENG, A. Durrant BS, Ravida N, Spady T, Cheng A. New technologies for the study of carnivore reproduction. **Theriogenology**, vol.66, pp. 1729– 1736, 2006.

EISENBERG, J. F. Order Carnivora (Fissipedia), chapter 7. **Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics, Vol. 1.** The University of Chicago Press, London, 1989. p.262-289

EULENBERGER, K.; KÄMPFER, P. Infrared thermography in zoo and wild animals: first experiences (Die Infrarotthermografie bei Zoo- und Wildtieren: Erste Erfahrungen), Verhandlungsbericht des 36, **Int. Symp. Erkrank Zoo Wildtiere**, p. 181-183, 1994.

FLIR INSTRUMENTS. **Instruments.** Disponível em: <<http://www.flir.com.br/uploadedFiles/Instruments/Products/T-Series/T-Series-Brochure.pdf>>. Acesso em: 15 mai 2018.

GARCIA, E.F.V. **Impressão termográfica na detecção de claudicação em cães.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

GROSSBARD, B.P.; LOUGHIN, C.A.; MARINO, D.J.; MARINO, L.J.; SACKMAN, J.; UмбаUGH, S.E.; SOLT, P.; AFRUZ, J.; LEANDO, P.; LESSER, M.L.; AKERMAN, M. Medical Infrared Imaging (Thermography) of Type I Thoracolumbar Disk Disease in Chondrodystrophic Dogs. **Veterinary Surgery**, v.43, p. 869–876, 2014.

HEAD, M. J.; DYSON, S. Talking the temperature of equine thermography. **The Veterinary Journal**, vol.162, n.3, p.166-167, 2001.

HILSBURG-MERZ, S. **Aspects of the clinical use of infrared thermography in zoo and wild animal medicine** (Aspekte zur klinischen Anwendung der Infrarot-Thermographie in der Zoo- und Wildtiermedizin), 2000, University of Leipzig (PhD dissertation).

HILSBURG-MERZ, S. Infrared Thermography in Zoo and Wild Animals. In: FOWLER, M.E.; MILLER, R.E. **Zoo and Wild Animal Current Therapy**, Vol. 6, Saunders Elsevier, St. Louis, 2008. p. 20-33.

HILSBURG-MERZ, S. Infrared-thermography in zoo animals: new experiences with this method, its use in pregnancy and inflammation diagnosis and survey of environmental

influences and thermoregulation in zoo animals. **Proceedings 2nd scientific meeting - European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZVV)**, Chester- England, May 21–24, 1998.

HOLMES, L.C.; GAUGHAN, E.M.; D. A. GORONDY, D.A.; HOGGE, S.; SPIRE, M.F. The effect of perineural anesthesia on infrared thermographic images of the forelimb digits of normal horses. **Canadian Veterinary Journal**, vol. 44, p. 392–396, 2003.

HURLEY-SANDERS, J. L. ; BOWMAN, K.F.; WOLFE, B.A.; NUTTER, F.B. SLADKY, K.K. STOSKOPF, M.K. Use of Thermography and Fluorescein Angiography in the Management of a Chilean Flamingo With Avascular Necrosis of the Wing. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, 26(4), p. 255-257.

INFERNUSO, T. et al. Thermal imaging of normal and cranial cruciate ligament-deficient stifles in dogs. **Veterinary Surgery**, vol.39, n.4, p.410-417, 2010.

IOANNOU, S.; CHOTARD, H.; DAVILA-ROSS, M. No strings attached: physiological monitoring of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) with thermal imaging. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, Vol 9, n. 160, p. 1-10, 2015.

IUCN RED LIST. Taxonomy. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/search>>. Acesso em: 05 mar 2018

IUCN SSC CANID SPECIALIST GROUP. **Canid Conservation**. Disponível em: <<http://www.canids.org/home>>. Acesso em: 05 mar 2018

KITCHENER, A.C.; BREITENMOSER-WÜRSTEN, C.; EIZIRIK, E.; GENTRY, A.; WERDELIN, L.; WILTING, A.; YAMAGUCHI, N.; ABRAMOV, A.V.; CHRISTIANSEN, P.; DRISCOLL, C.; DUCKWORTH, J.W.; JOHNSON, W.; LUO S.J.; MEIJAARD, E., O'DONOGHUE, P.; SANDERSON, J.; SEYMOUR, K.; BRUFORD, M.; GROVES, C.; HOFFMANN, M.; NOWELL, K.; TIMMONS, Z. & Tobe S.. A revised taxonomy of the Felidae. The final report of the Cat Classification Task Force of the IUCN/SSC Cat Specialist Group. **Cat News Special Issue**, vol. 11, 80 p, 2017.

KUHN, R.A.; MEYER, W. Infrared thermography of the body surface in the Eurasian otter *Lutra lutra* and the giant otter *Pteronura brasiliensis*. **Aquatic Biology**, vol.6, p. 143–152, 2009.

LAHIRI, B.B.; BAGAVATHIAPPAN, S.; JAYAKUMAR, T. Medical application of infrared thermography: A review. **Infrared Physics & Technology**, vol.55, n.4, p.221- 235, 2012.

LOUGHIN, C. A.; MARINO, D. J. Evaluation of thermographic imaging of the limbs of healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, vol.68, n.10, p.1064-1069, 2007.

MACDONALD, D.W.; LOVERIDGE, A.J.; NOWELL, K.. Chapter 1: Dramatis personae: an introduction to the wild felids. **Biology and Conservation of Wild felids**. Oxford University Press, 2010. pp. 3-58.

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

MARR, C.M. Microwave thermography: a non-invasive technique for investigation of injury of the superficial digital flexor tendon in the horse, **Equine Veterinary Journal**. vol. 24, n.4, p. 269-273, 1992.

MATIAS, J. **Mecatrônica Atual**. Ano 1, nº3. São Paulo. Saber Ltda. 2002. p. 36.

MAUCK, B.; BILGMANN, K.; JONES, D.D.; EYSEL, U.; DEHNHARDT, G. Thermal windows on the trunk of hauled-out seals: hot spots for thermoregulatory evaporation? **The Journal of Experimental Biology** vol. 206, p. 1727-1738, 2003.

McCAFFERTY, D.J. Applications of thermal imaging in avian science. **International Journal of Avian Science**, vol. 155, p. 4–15, 2013.

McCAFFERTY, D.J. The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. **MammalReview**, vol. 37, n.3, p. 207-223, 2007.

MIKAIL, S. Termografia: diagnóstico através da temperatura. **Nosso Clínico**, vol.13, n.74, p.20-24, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Fauna Ameaçada**. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=121&data=18/12/2014>>. Acesso em: 06 mar 2018.

MORTOLA, J.P. Thermographic Analysis of Body Surface Temperature of Mammals. **Zoological Science**, vol. 30(2), p. 118-124, 2013.

MUIR, W.M.; HUBBELL, J.A.E.; BEDNARSKI, R.M.; SKARDA, R.T. Cap.15 – Monitorizacióndel paciente durante la anestesia. **Manual de Anestesia Veterinária**, 4ª Ed, Elsevier, Madrid, 2008. p. 269-303.

NOWAK, R.M. OrderCarnivora. **Walker´s Mammals of the World**, 5th Edition, Vol. II.The Johns Hopkins University Press, London, 1991, p. 1045-1219

OLIVEIRA, T.G.; CASSARO, K. **Guia de identificação dos Felinos Brasileiros**. 2ª edição. Sociedade de Zoológicos do Brasil, São Paulo, 1999. 60 p.

PHILLIPS, P.K. **Regulation of surface temperature in mammals**, Urbana-Champaign, 1992, University of Chicago (PhD dissertation).

PHILLIPS, P.K.; HEATH, J.E. An infrared thermographic study of surface temperature in the euthermic woodchucks (*Marmota monax*). **Comparative Biochemistry and Pyshiology Part A**. vol.129, p. 557-562, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA. **História do Zoo**. Disponível em: <<http://www.sorocaba.sp.gov.br/zoo/Historia.aspx>>. Acesso em: 24 abr 2018.

PUROHIT, R. C. et al. Value of clinical thermography in veterinary medicine. **Auburn Veterinarian**, vol.33, n.3, p.104-108, 1977.

RAMOS JUNIOR, V.A.; PESSUTTI, C.; CHIEREGATTO, C.A.F.S. **Guia de Identificação dos Canídeos Silvestres Brasileiros**. Formato digital, JoyJoy Studio Ltda., Sorocaba, 2003. 35 p.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização de termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**. vol.2, n.3, p.73-84, 2014.

ROWE, M.F.; BAKKEN, G.S.; RATLIFF, J.J.; LANGMAN, V.A. Heat storage in Asian elephants during submaximal exercise: behavioral regulation of thermoregulatory constraints on activity in endothermic gigantotherms. **The Journal of Experimental Biology**, vol. 216, p. 1774-1785, 2013.

SANCHES, I. J. **Sobreposição de imagens de termografia e ressonância magnética: uma nova modalidade de imagem médica tridimensional**. 2009. 168p. Tese (Doutorado em

Engenharia Elétrica e Informática Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SANDEL, U.; KIEFER, A.; PRINZINGER, R.; HILSBURG, S. Behavioural thermoregulation in greater mouse-eared bats, *Myotis myotis*, studied by infrared thermography, **Myotis**, 41/42, p.129-142, 2004.

SILVA, J.C.R.; ADANIA, C.H. Cap. 31- Carnivora – Felidae (Onça, Suçuarana, Jaguatirica, Gato-do-mato). In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de Animais Selvagens – Medicina Veterinária**, Ed. Roca, São Paulo, 2006. p. 505-546.

STRÖMBERG, B. Morphologic, thermographic and ¹³³Xe clearance studies on normal and diseased superficial digital flexor tendons in race horses, **Equine Veterinary Journal**, v.5, pp. 156-161, 1973.

ŠUMBERA, R.; ZELOVÁ, J.; KUNC, P.; KNÍZKOVÁ, I.; BURDA, H. Patterns of surface temperatures in two mole-rats (Bathyergidae) with different social systems as revealed by IR – thermography. **Physiology & Behaviour**, vol.92, p.526-532, 2007.

TEIXEIRA, R. H. F.; COSTA, A. L. M. ; MUROLLO, N.D. ; FRANCO, P. N. ; FELIPPI, D. A. ; BURINI, C. H. P. . Fibrossarcoma em onça-pintada (*Panthera onca*): uso da termografia associada à citologia aspirativa como auxílio diagnóstico. **Clínica Veterinária**, vol. 22, p. 72-78, 2017.

TURNER, T. Thermography in lameness diagnosis, **Equine Veterinary Data**, 14(11). p. 206-207, 1993.

VADEN, M.F.; PUROHIT, R.C.; McCoy, M.D.; VAUGHAN, J.T. Thermography: a technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis, **American Journal of Veterinary Research**, vol. 41, p. 1175-1180, 1980.

VON SCHWEINITZ, D.G. Thermographic diagnostics in equine back pain, **Veterinary Clinics of North American: Equine Practice**, 15(1), p. 161-177, 1999.

WALDSMITH, J.K. Real time thermography: a diagnostic tool for the equine practitioner, **Proceedings of the American Association of Equine Practitioners**, 38th Annual Convention, p 455-467, 1992.

WEISSENBOCK, N.M.; WEISS, C.M.; SCHWAMMER, H.M.; KRATOCHVIL, H. Thermal windows on the body surface of African elephants (*Loxodonta africana*) studied by infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, vol. 35, p. 182-188, 2010.

WILSON, D.E.; MITTERMEIER, R.A. **Handbook of the Mammals of the World**, vol. 1, Carnivores, Lynx Edicions, Barcelona, 2009. 727p.