

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAUDE E TECNOLOGIA RURAL  
CAMPUS DE PATOS-PB  
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

MONOGRAFIA

**Termografia de infravermelho na medicina veterinária: Revisão de  
literatura**

Hênio Dorgival Lima Alves

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAUDE E TECNOLOGIA RURAL  
CAMPUS DE PATOS-PB  
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

MONOGRAFIA

**Termografia de infravermelho na medicina veterinária: Revisão de literatura**

Hênio Dorgival Lima Alves  
Graduando

Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza  
Orientador

Patos-PB  
Maio/2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

A474t Alves, Hênio Dorgival Lima  
Termografia de infravermelho na medicina veterinária: revisão  
de literatura / Hênio Dorgival Lima Alves. – Patos, 2015.  
40f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Medicina Veterinária) -  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e  
Tecnologia Rural, 2015.

“Orientação: Prof. Dr. Bonifácio Benicio de Souza”  
Referências.

1. Termografia. 2. Bem estar. 3. Diagnóstico. 4. Prevenção  
I. Título.

636.033

CDU

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAUDE E TECNOLOGIA RURAL  
CAMPUS DE PATOS-PB  
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

Hênio Dorgival Lima Alves

**Graduando**

Monografia submetida ao Curso de Medicina Veterinária como requisito parcial para obtenção do grau de Médico Veterinário.

APROVADO EM ...../...../.....

MÉDIA: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza  
**ORIENTADOR**

\_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Marcílio Fontes César  
**EXAMINADOR I**

\_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

Med. Vet. MSc. Gustavo de Assis Silva  
**EXAMINADOR II**

## **Aquarela**

...Um menino caminha  
E caminhando chega no muro  
E ali logo em frente  
A esperar pela gente  
O futuro está...

E o futuro é uma astronave  
Que tentamos pilotar  
Não tem tempo, nem piedade  
Nem tem hora de chegar  
Sem pedir licença  
Muda a nossa vida  
E depois convida  
A rir ou chorar...

Nessa estrada não nos cabe  
Conhecer ou ver o que virá  
O fim dela ninguém sabe  
Bem ao certo onde vai dar  
Vamos todos  
Numa linda passarela  
De uma aquarela  
Que um dia enfim  
Descolorirá...

À Deus, que me guiou, protegeu e abençoou em mais uma jornada.

Aos meus pais, Cosme e Elvia, que apesar das dificuldades existentes me apoiaram para que eu pudesse adquirir o melhor bem, os estudos.

Aos meus avós maternos e paternos, pelo amor incondicional, que propiciaram e incentivaram a realização dos meus sonhos, sempre me guiando pelas melhores veredas da vida.

Aos animais, razão da minha realização pessoal.

**Minha eterna gratidão**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao todo poderoso criador de tudo e de todos, obrigado Deus por nunca me desamparar, sempre me ajudando a não desistir, ouvindo minhas conversas, me mostrando o caminho, me protegendo de tudo e de todos. Obrigado sempre!

Aos meus pais, Cosme e Elvia, que são meu bem maior, fonte de amor, apoio, conselhos, e por todo incentivo dado para esta realização;

A minha família como um todo, em especial aos meus avós maternos Hereni e Dorgival (*in memorian*) pelas palavras de incentivo e de amor que fortalecia a cada dia minhas forças, quanta saudade;

Aos meus avós paternos Edite verdureira e Seu José Augusto, pela força expressa aos longos dos anos, onde sempre me espelho nos senhores;

Aos meus familiares que residem na cidade de Patos, que me propiciaram experiências ao longo dos últimos 5 anos, depositando em mim um imenso carinho e preocupação;

A minha amada madrinha Helenice Alves, por desde sempre ter me considerado como um filho, estando presente mesmo tão longe. Tendo uma participação imensa na minha formação pessoal e acadêmica;

A minha namorada Savina Brito, pelo incentivo e apoio na construção desta vitória e principalmente pela atenção e pelo carinho, que chorou e sorriu junto comigo;

Aos meus inúmeros tios que de acordo com a necessidade, sempre estavam ali para ajudar, mesmo com uma palavra de conforto. Meu muito obrigado Tia Raquel, Solange, Moça, Santana, Neném, Ana Lúcia, Tio Doniel, Maurício e Cícero;

Ao meu orientador Bonifácio Souza em quem me espelho e tanto admiro;

Aos colegas de sala e agora de profissão, pela cumplicidade mostrada a cada dia durante esses cinco anos, em especial Joyce Barreto, Rosana Nunes, Camila Moreno, Carla Fernandes, Luanna Figueiredo, Danilo Souto, Arcanjo Bandeira e Sóstenes Arthur;

A todos os professores do curso de Medicina Veterinária pelos ensinamentos;

Enfim, de maneira geral obrigada a todos que contribuíram direto ou indiretamente para a realização desse sonho.

**Meu muito obrigado!**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	07
<b>RESUMO</b> .....	08
<b>ABSTRACT</b> .....	09
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
2.1 Tecnologia de Infravermelho- A técnica e a história .....	11
2.2 Formação da imagem termográfica .....	13
2.3 Termorregulação .....	14
2.4 Tecnologia de Infravermelho na Medicina Veterinária .....	15
2.4.1 Uso da termografia no estudos de bem-estar .....	16
2.4.2 Aplicação na clínica médica de grandes animais .....	18
2.4.3 Termografia e a clínica médica de pequenos animais .....	22
2.5 Termografia nos estudos de adaptabilidade .....	24
2.6 Termografia na alimentação animal .....	28
<b>3 CONCLUSÃO</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1:</b> Câmeras de detecção de imagem infravermelha .....	11
<b>Figura 2:</b> Imagens aferidas de diferentes regiões de um bovino.....	17
<b>Figura 3:</b> Variação de temperatura sugerindo lesão em equino .....	19
<b>Figura 4:</b> Termograma da mama de ovelhas .....	21
<b>Figura 5:</b> Distribuição térmica por todo o corpo de um canino .....	22
<b>Figura 6:</b> Áreas hiporradiadas associadas à presença de nódulos .....	23

## RESUMO

ALVES, HÊNIO DORGIVAL LIMA. **Tecnologia de infravermelho na medicina veterinária: Revisão de literatura.** Patos, UFCG. 2015. 41 p. (Trabalho de conclusão de Curso).

A termografia de infravermelho surgiu mediante aos estudos do médico grego Hipócrates, onde desde a antiguidade já se relacionava o aumento da temperatura do corpo com uma possível enfermidade. Na Medicina Veterinária, a termografia surge como uma ferramenta diagnóstica de grande valia na detecção e acompanhamento de inúmeras patologias e alterações fisiológicas, sendo também um importante indicador do bem estar animal, tornando-se imprescindível a utilização de técnicas e equipamentos não invasivos que prezem por esse bem-estar e pelo conforto animal, sua correta mensuração é extremamente importante para o controle correto do ambiente ou diagnóstico de estresse. Este método vem sendo bem utilizado com ótimos resultados, por ter altos níveis de precisão e segurança, a mesma converte a radiação térmica emitida pela superfície de um objeto em imagens detalhadas do perfil de temperatura de todo o objeto de estudo, ou mesmo pontos específicos. Objetivou-se com esse trabalho relatar sobre o uso da termografia de infravermelho nas diversas áreas da medicina veterinária e da sua importância como ferramenta para o diagnóstico precoce de alterações fisiológicas e na avaliação do bem estar na produção animal.

**Palavra-chave:** Termografia, bem estar, diagnóstico, prevenção

## **ABSTRACT**

ALVES, HÊNIO DORGIVAL LIMA. **Infrared technology in veterinary medicine: Literature review**. Patos, UFCG. 2012. 39 p. (Conclusion work in Veterinary Medicine).

The infrared thermography came through to the Greek medical studies Hipócrates, where since antiquity already related increase in body temperature with a possible disease. In Veterinary Medicine, a thermography emerges as a diagnostic tool of great value in the detection and monitoring of numerous pathologies and physiological changes, also it is an important indicator of animal welfare, making it essential to use non-invasive techniques and equipment by that well-being and the animal comfort, the correct measurement is extremely important for proper control environment or diagnosis of stress. This method has been well used to great effect, having high levels of accuracy and security, the same converts the thermal radiation emitted by the surface of an object in detailed images of the temperature profile of the entire subject matter or even specific points. The objective of this work conduct a study on the use of infrared thermography technique in different areas of veterinary medicine, contributing to welfare studies and animal bioclimatológicos, logo also in clinical medicine as a means of preventive diagnosis of skeletal lesions and inflammatory focus.

**Keyword:** Thermography, wellness, diagnosis, prevention

# 1 INTRODUÇÃO

A termografia é um exame diagnóstico de imagem de grande sensibilidade, totalmente rápido, seguro, indolor, sem radiação ionizante, contato ou contraste. Atualmente, quando o assunto é diagnóstico por imagem, não se refere apenas a métodos que aplicam o Raio-X, mas também outras fontes de energia, como a termografia.

Nas últimas décadas novas ferramentas e técnicas têm sido introduzidas na produção animal como suporte à decisão, especialmente para o gerenciamento, implantação de estratégias de alimentação, controle de fertilidade, e técnicas para promover saúde e conforto animal, com base nisso, sistemas computacionais específicos foram desenvolvidos para o manuseio das variáveis ambientais e fisiológicas (SOUZA, 2011).

A termografia é uma tecnologia de obtenção de imagens de objetos que estejam a uma temperatura acima de zero absoluto. As câmeras de infravermelho captam a radiação térmica emitida pelo corpo e a convertem numa imagem que representa a distribuição da temperatura superficial desse corpo (SILVA, 2010).

O avanço das tecnologias trouxe consigo diferentes métodos de diagnóstico, tornando-se mais acessíveis aos profissionais da saúde, inclusive médicos veterinários. A termografia vem se destacando como uma técnica importante no auxílio do diagnóstico, podendo avaliar várias doenças. Uma grande vantagem do método é o fato de que ele não exige um contato físico direto com a superfície monitorada, permitindo assim a leitura remota da distribuição da temperatura.

O presente trabalho tem como objetivo relatar sobre o uso da termografia de infravermelho nas diversas áreas da medicina veterinária e da sua importância como ferramenta para o diagnóstico precoce de alterações fisiológicas e na avaliação do bem estar na produção animal.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Termografia de infravermelho – A técnica e sua história

A termografia é definida como uma técnica não-invasiva de sensoriamento remoto que possibilita a medição de temperatura de um corpo e a formação de imagens termográficas (Figura 1) a partir de radiação de infravermelho (SOUZA, 2011).



Figura 1. Câmera de detecção de imagens infravermelhas. Fonte: Arquivo pessoal.

Todos os corpos com temperatura acima de  $-273^{\circ}\text{C}$ , marca do zero absoluto, emitem radiação infravermelha, com frequência eletromagnética de intensidade proporcional à sua temperatura. Baseada nesta lei da radiação foi que a técnica de termografia infravermelha foi desenvolvida. Esta técnica visa capturar, em imagens digitais realizadas com uma câmera termográfica infravermelha, as diferentes temperaturas radiantes de pontos distintos nos tecidos do corpo, podendo através delas diagnosticar doenças ou mudanças de funções fisiológicas (KOOPMAN, 1980).

A termografia surgiu mediante os estudos de Hipócrates, médico grego, no decorrer de suas observações com relação às variações da temperatura em diferentes partes do corpo humano. Seu principal método decorria da esfregação de lama no corpo dos pacientes, observando as reações que se procediam, concluindo que, no local onde a lama secava

primeiramente era mais quente, portanto, nessa região se processava a doença (BRIOSCHI, 2003).

De acordo com Adams (1990): “Hipócrates descobriu que quando uma parte do corpo é mais quente ou mais fria do que o restante, é um indicativo de que a doença está presente nesta parte”.

Inicialmente, a técnica da termografia de infravermelho foi utilizada para fins militares e aplicações industriais (KUNC et al., 2007). A partir de meados dos anos 80, com o advento dos computadores mais velozes e de programas mais poderosos no processamento de dados e principalmente de imagens complexas, foi possível compreender que a termografia deveria ser vista como um exame funcional, dinâmico e não como o exame radiológico convencional, que é anatômico e estático (ANDRADE FILHO, 1999).

Como existem diferentes temperaturas dentro de um corpo (ou dos corpos que formam um sistema), a questão consiste em medir a temperatura em um dado local e interpretar esta medida (BASSALO, 1992). Este método pode ser indicado para observar diversas características em diferentes sistemas de um animal, avaliando-o.

Pequenas mudanças termogênicas em tecidos específicos podem refletir doenças ou mudanças da função fisiológica. Estas alterações são capazes de ser regularizadas por medições e tratamentos não medicamentosos (SILVA, 2010).

A utilização da termografia em Medicina Veterinária teve sua primeira descrição quando Delahanty e Georgi (1965) utilizaram este método em equinos, associando com a radiografia em quatro casos clínicos para o diagnóstico de carcinoma de células escamosas, fratura de terceiro osso carpal, osteoartrite társica e abscesso cervical profundo, e observaram em todos estes casos um aumento de calor ao redor da área envolvida.

Desde a antiguidade para o presente, ocorreram avanços notáveis no uso clínico de medição de temperatura para o atendimento ao paciente. O simples toque de mão do curador é agora substituído pelas imagens detalhadas capturadas por um sistema de termografia. Como a tecnologia continua a avançar a um ritmo recorde, o futuro da termografia na prática médica é realmente brilhante (SAM, 2008).

As limitações da termografia de infravermelho são o custo alto dos equipamentos e o fato desta técnica não ser específica e de não definir a etiologia da enfermidade, porém facilita a sua localização pelo aumento ou diminuição do calor emitido no local afetado ou proximidades (BRIOSCH et al., 2003; EDDY et al., 2001).

Trata-se de uma modalidade de imagem que está sendo usada em muitas áreas médicas, tais como: oncologia, cirurgia, reumatologia, neurologia, urologia, angiologia, ginecologia, oftalmologia, entre outras (DIAKIDES; BRONZINHO, 2008).

## **2.2 Formação da imagem termográfica**

O espectro eletromagnético é composto de ondas de comprimento que vão desde os raios gama mais curto para raios-X, luz ultravioleta, visível, microondas, infravermelho e as ondas mais longas do rádio. Dentro desse espectro, humanos percebe apenas uma região muito pequena conhecida como luz visível (EDDY et al., 2001).

A radiação infravermelha, que é detectada por câmeras térmicas, é emitida por todos os objetos proporcionalmente à sua temperatura. Esta radiação pode ser absorvida, emitida, refletida ou transmitida. Emissividade é a capacidade do objeto para absorver e emitir radiação infravermelha e é considerado mais importante do que reflexão, que é a capacidade de simplesmente refletir a radiação infravermelha (EDDY et al., 2001).

Emissividade é importante na consideração de imagens térmicas, pois a habilidade de um material emitir ou refletir calor deve ser considerado na interpretação de uma imagem. As câmeras térmicas geram imagens com base na quantidade de calor gerado, em vez de refletida. Mais especificamente, elas realmente detectam diferenças nas temperaturas do alvo e arredores e isso é importante na concepção do tempo e ambiente em que são realizados exames termográficos (EDDY et al., 2001).

Os dois parâmetros mais importantes para um sensor térmico são sensibilidade e resolução. Sensibilidade se refere à quantidade de diferença de temperatura que podem ser detectados e é medida em graus Celsius. Os sensores com sensibilidade moderada podem detectar diferenças de temperatura na ordem de 0,1°C e os de boa qualidade sensibilidade até quatro vezes menores ou 0,025°C. A resolução da temperatura é análoga ao número de cores no dispositivo de vídeo do computador. A resolução espacial do sensor é determinada pelo tamanho da imagem ou quantidade de pixels (SANCHES, 2009).

De acordo com Grosso (2011), um sistema de processamento de imagens consiste nas seguintes operações que se podem efetuar sobre uma imagem: aquisição, armazenamento, processamento, comunicação (transmissão) e exibição. A operação de aquisição consiste na conversão de uma imagem em uma representação numérica adequada para o processamento

digital subsequente, uma vez realizada a aquisição de imagens, a próxima operação é o armazenamento que pode ser em arquivo.

A operação de processamento de imagens envolve procedimentos que podem ser implementados por softwares, a transmissão das imagens não é simples devido a grande quantidade de dados contidos em cada imagem que precisariam ser transferidos, e por fim a última operação é a de exibição das imagens (GROSSO, 2011).

Os seguintes parâmetros são determinantes para a precisão de mensuração de temperatura por parte do aparato fotográfico: a emissividade do objeto, a reflectância da temperatura em forma de ondas infravermelhas, a distancia entre o objeto e a câmera e, a umidade relativa do ar. Recentemente, a termografia de infravermelho está sendo muito usada na produção animal para diagnosticar determinadas enfermidades ou reações a qualquer tratamento usado que interfira no produto-emissão de calor na parte observada (KNÍZOVÁ et al., 2007).

### **2.3 Termorregulação**

Nos animais endotérmicos, os mecanismos de termorregulação ou de controle da temperatura encarregam-se de manter certa estabilidade na temperatura das várias regiões do corpo, apesar das oscilações na temperatura ambiente. Admiti-se que, na tentativa de evitar ou minimizar a ação de efeitos deletérios provenientes do ambiente, os animais promovam ajustes comportamentais de termorregulação, pois tanto o calor produzido quanto o dissipado são diretamente vinculados às atividades por eles realizadas (HAFEZ, 1968).

A dissipação do calor corpóreo é feita por radiação infravermelha e é dependente do volume e fluxo de sangue subcutâneo. Mais de 90% do sangue circulante da pele tem função de regulação da temperatura corpórea. Há influência do sistema nervoso simpático na emissão da radiação infravermelha, à medida que este é o responsável pelo controle do fluxo de sangue do subcutâneo (ANDRADE FILHO, 1999).

Este fenômeno de controle da transferência de calor através da pele é definido como termorregulação e é dependente do controle do sistema nervoso autônomo. A termometria cutânea por imagem infravermelha é o meio mais eficiente para o estudo da distribuição da temperatura cutânea atualmente. Este é um método diagnóstico que avalia a microcirculação da pele e que, indiretamente, também avalia o sistema nervoso autônomo estreitamente relacionado com a pele (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003).



De acordo com Santos et al. (2006), se a temperatura do ar aumenta, ocorre também um aumento da temperatura do núcleo central e desta forma o organismo do animal, por meio de mecanismos evaporativos, como sudorese e/ou frequência respiratória, aumenta a dissipação de calor insensível. Caso o animal não consiga dissipar o calor excedente, a temperatura retal aumenta acima dos valores fisiológicos normais e desenvolve-se o estresse calórico, responsável em parte, pela baixa produtividade animal nos trópicos.

A aplicação da técnica de utilização de imagens termográficas é um bom método para ajudar a estudar a termoregulação (KNIZKOVA et al., 2007). Os animais utilizam do aumento do fluxo sanguíneo para a superfície corporal como um processo para a manutenção da homeotermia, ocorrendo um aumento na temperatura da superfície animal. De acordo com McCutcheon e Geor, (2008) citado por Oliveira (2011), “Esta vasodilatação facilita a troca de calor do animal com o meio ambiente por processos sensíveis e a eficácia deste mecanismo depende do gradiente térmico entre o corpo animal e a temperatura ambiente”. Segundo Cilulko et al. (2013), um organismo saudável é caracterizado pela distribuição equilibrada da temperatura entre as diferentes partes de corpo.

Já o pelame interfere diretamente nas trocas de calor sensível, pois constitui uma barreira à passagem do fluxo de energia térmica, devido ao isolamento proporcionado pela estrutura física das suas fibras e pela camada de ar aprisionada entre elas. Assim, para dissipar a energia térmica de origem metabólica e a recebida pelo ambiente, o animal pode recorrer à evaporação ou estocar a energia térmica até certo limite, conseqüentemente aumentando a temperatura corporal (OLIVEIRA, 2007).

#### **2.4 Termografia infravermelha (TIV) na medicina veterinária**

Avaliar o comportamento e parâmetros fisiológicos de animais, em ambientes tropicais, é de fundamental importância e é uma forma direta para se maximizar a eficiência fisiológica e econômica da exploração. Porém, algumas formas de avaliação e manejo acabam levando o animal a um estresse acentuado pela intervenção humana (BUSTOS MAC-LEAN, 2012).

Por não precisar de um contato direto com o animal, a termografia surgiu no meio com a vantagem de não causar estresse, os equipamentos de imagem infravermelha (IR) são capazes de detectar temperatura a partir 0,05 °C enquanto a mão humana não é capaz de perceber a temperatura menor de 2°C - 4°C. Daí a importância deste método para o meio médico veterinário, pois um dos maiores desafios do médico veterinário é a falta de comunicação por

parte do seu paciente animal, sendo assim, a termografia vem para melhorar o auxílio diagnóstico (DAVIS; SILVA, 2004).

As câmeras termográficas são usadas em seu potencial máximo para observar e detectar os animais selvagens, seus habitats, estimar o tamanho da população, animais de hábitos noturnos, na observação de mamíferos marinhos (CILUIKO et al., 2013). Kusuda et al. (2007), verificaram também a elevação da temperatura do flanco de elefantes fêmeas africanas e asiáticas durante o período estral. Os mesmos autores concluem que a TIV cria uma riqueza de novas oportunidades para os pesquisadores da vida selvagem.

#### **2.4.1 Usos da termografia nos estudos de bem-estar animal**

De acordo com a literatura científica mundial, um dos resultados do metabolismo, ou mesmo exercícios físicos, é a produção de calor. Conforme Carvalho e Mara (2010), durante um esforço físico, em torno de 20% da energia química proveniente da oxidação dos nutrientes transformam-se em energia mecânica, responsável pelo movimento, e o restante transforma-se em energia térmica. Esta energia térmica, que se acumula durante o exercício, elevando a temperatura corporal, precisa ser dissipada através dos mecanismos termorreguladores do animal.

Nos animais endotérmicos, os mecanismos de termorregulação ou de controle da temperatura encarregam-se de manter certa estabilidade na temperatura das várias regiões do corpo, apesar das oscilações na temperatura ambiente (OLIVEIRA, 2007). De acordo com Titto et al. (2009), a perda de calor por evaporação tem como vias termolíticas a sudação e o ofego.

A temperatura é um importante meio de indicar o bem-estar animal, e sua correta mensuração é extremamente importante para o controle correto do ambiente e/ou diagnóstico de estresse. Entre os instrumentos de medição da temperatura, o mais comum e mais utilizado é o termômetro, que deverá ser usado em um meio que entre em contato com local ao qual quer ser mensurada a temperatura. Esse método exige contato direto, sendo um complicador quando se imagina aferir temperatura dos animais sem estressá-los e sem por em risco a integridade física das pessoas (PINHEIRO; DELFINO, 2013).

Com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da medicina veterinária e também nas pesquisas científicas da área, tornou-se imprescindível a utilização de técnicas e equipamentos não invasivos que prezem pelo conforto e bem-estar animal, destacando-se assim, a termografia de infravermelho (ROBERTO; SOUZA, 2014).

Segundo Souza (2011), vários trabalhos foram desenvolvidos nos últimos anos com ovinos e caprinos no semiárido, no sentido de avaliar a adaptabilidade dessas espécies, principalmente das raças mais especializadas na produção de carne (Boer, Savana) e de leite (Saanen, Parda Alpina e Anglo Nubiana).

Ainda sobre os estudos em animais de grande porte, Daltro (2014) utilizou a termografia infravermelha para reconhecer o estresse térmico por calor em bovinos, bem como identificar qual a melhor região do animal para esse reconhecimento (Figura 2).

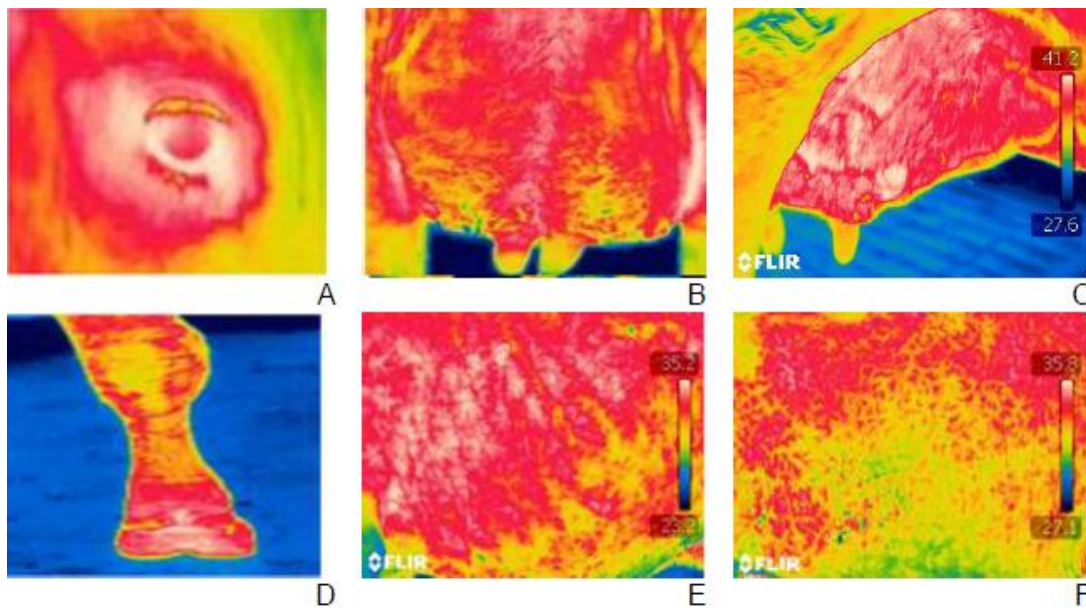


Figura 2. Imagens aferidas de diferentes regiões do corpo animal. Olho direito (A), Úbere na visão posterior (B), Úbere na visão lateral direita (C), Pata dianteira direita na visão posterior (D), Lado esquerdo (E) e Lado direito (F). Fonte: Daltro (2014).

Portanto, as variações do corpo podem ser acompanhadas de forma confiável, ainda sobre o estudo, Daltro (2014) encontrou uma correlação entre a temperatura do úbere e a temperatura média do corpo da vaca. A termografia do úbere oferece uma possibilidade interessante para monitoramento da temperatura corporal das vacas (METZNER, 2014).

No mesmo contexto Silva et al. (2014) avaliaram a adaptação de caprinos leiteiros no semiárido brasileiro, a raça Anglo Nubiana apresentou-se mais adaptada às condições ambientais do semiárido representando uma boa alternativa para os programas de cruzamento. A raça Parda Alpina necessitou de maior esforço respiratório para dissipar o calor e manter a homeotermia, revelando ser mais exigente com relação ao sistema de criação e manejo nas condições climáticas do semiárido. Houve diferença significativa para a média de temperatura superficial entre raças, resultados também encontrados por Souza et al. (2008), sendo que os da raça Parda Alpina obtiveram maiores médias.

Ainda sobre estudos sobre conforto térmico, Lodi et al. (2014) avaliaram vacas holandesas em lactação, sendo todas de pelagem preta com branca. A temperatura das malhas negras foi maior ( $35,42 \pm 0,65^\circ\text{C}$ ) que a das malhas brancas ( $34,89 \pm 0,075^\circ\text{C}$ ), o que é resultado de uma maior absorção de radiação solar das primeiras. Portanto, as vacas predominantemente negras absorveram maior quantidade de energia térmica radiante que as predominantemente brancas, o que pode contribuir para um maior estresse térmico nos animais predominantemente negros.

Os autores Kimmel et al. (1992) observaram o resfriamento evaporativo em vacas leiteiras em processo de estresse térmico coletando imagens termográficas correlacionando com a temperatura retal em diferentes tratamentos. Durante 2 horas, as vacas foram, alternadamente, aspergidas com água por 30 segundos e arrefecidas com um fluxo de ar (3 m/s de velocidade) por 4,5 minutos. Sua temperatura retal caiu de  $38,2^\circ\text{C}$  a  $36^\circ\text{C}$  e permaneceu inalterada por mais de uma hora.

Com o aprimoramento dos estudos sobre o melhor local para se aferir a temperatura superficial, Stewart et al. (2007) concluíram que variáveis como dor e estresse térmico-calórico interferem diretamente na temperatura ocular, tornando essa observação bastante significativa.

Segundo Stewart et al. (2005), a temperatura infravermelha pode detectar alterações no fluxo sanguíneo periférico, podendo ser uma ferramenta útil para avaliar o estresse em animais. Com isso, a utilização da análise de termografia infravermelha torna possível indicar pontos de valores distintos de temperatura radiante e tem sido valiosa para o reconhecimento de eventos fisiológicos em animais (BOUZIDA; BENDADA; MALDAGUE, 2009).

#### **2.4.2 Aplicação na clínica médica de grandes animais**

Na área de Medicina Veterinária, o método da termografia vem se acentuando ao longo das últimas duas décadas. Este método pode ser bastante expressivo na área da medicina clínica de grandes animais como os equinos, pequenos e grandes ruminantes.

A termografia de infravermelho (TIV) pode ser uma alternativa para um diagnóstico gestacional, pois após a ovulação e formação do corpo lúteo, os níveis de progesterona plasmáticos se elevam ocasionando uma elevação na temperatura retal e superficial ventral, de muitas espécies de animais domésticos (SUYADI; HOLTZ, 2000).

A TIV foi utilizada para determinar a prenhez em estado avançado em éguas já que a temperatura do flanco foi mais elevada nas éguas prenhas. Os animais com útero gravídico

apresentaram maiores temperaturas na região do abdômen, quando comparados a animais com úteros não gravídicos, independente das condições ambientais (BOWER et al., 2009). Segundo os mesmos autores, essas alterações ocorrem devido aos efeitos hormonais que se encontram alterados nessa condição fisiológica, a qual possui efeito sobre alterações no fluxo sanguíneo local, como também alterações no crescimento de tecidos, metabólitos, e a combinação das alterações hormonais com a atividade de síntese proteica, ou mesmo às várias associações com a prenhez relacionadas com a placenta e o crescimento do feto.

Segundo relatos, tem sido usado esse método com eficácia como forma de detectar lesões que acometem cavalos de corrida como também no monitoramento (figura 3) de seu estado de saúde (TURNER; EDDY, 2001). Vercellino et al. (2010), fizeram o uso da termografia infravermelha para análise de trocas de calor de equinos em condições de treinamento.

A TIV deve ser o exame de primeira escolha em casos de dor muscular, tendíneas e articulares e história de movimentos repetitivos. O exame possibilita a detecção precoce de lesões inflamatórias, tendíneas, articulares e fasciais; é útil também em casos crônicos quando há hiperatividade simpática. Nas fases iniciais e agudas dos DORT (Distúrbios osteoarticulares relacionados ao trabalho) podem evidenciar imagens hipertérmicas e nos casos crônicos, com ou sem manifestações distróficas podem evidenciar imagens hipotérmicas. Quando o exame inicial é aparentemente normal, deve-se repeti-lo em situações provocativas do sistema muscular, tendíneo e articular, solicitando ao doente a execução de movimentos repetitivos semelhantes aos do seu trabalho para detectar provável hipertermia, inflamação e ou vasodilatação de fundo neurogênico (ANDRADE FILHO, 2001).

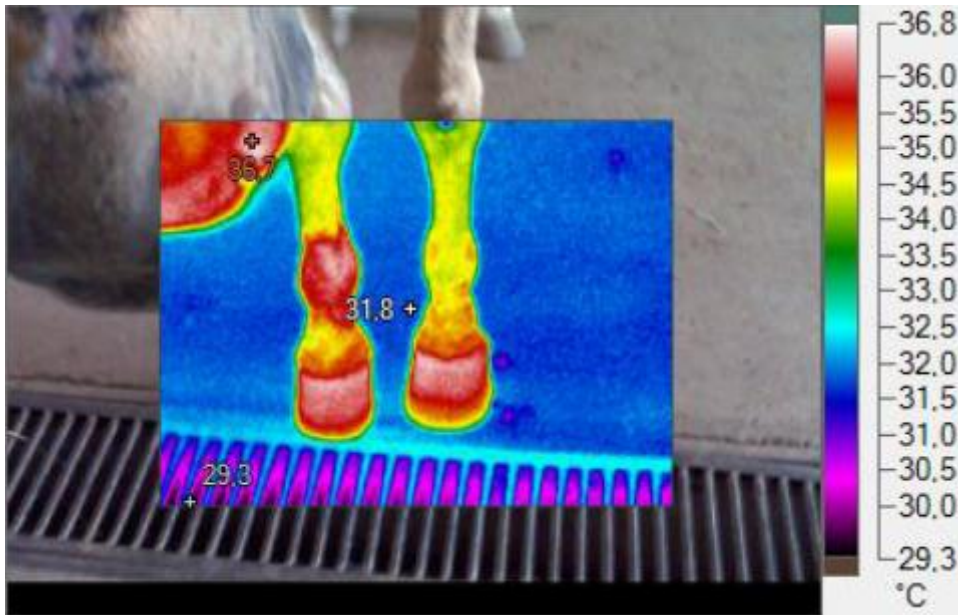


Figura 3. Variação de temperatura sugerindo lesão em um equino no Hospital Veterinário de Patos-PB. Fonte: Mendonça (2014).

De acordo com Turner e Eddy (2001), o uso dessa modalidade está sendo bastante empregada por apresentar baixo custo, não há necessidade de sedação, evita um procedimento cirúrgico desnecessário, não oferece risco de radiação ao paciente, tornando-se uma tecnologia emergente que pode ser usada para guiar o diagnóstico clínico.

Exames feitos com o uso de uma câmera de infravermelho, com relação ao aparecimento de tendinite em cavalos de corrida, os resultados indicaram pontos quentes antes mesmo que houvesse evidência clínica de edema e claudicação, demonstrando que a termografia pode ser de grande valia para que o médico veterinário proceda um diagnóstico mais apurado quanto ao estado de saúde do animal para que possa ser exposto a uma atividade física – neste caso a corrida. Além disso, a detecção precoce bem como a localização da possível inflamação torna-se um passo determinante para o procedimento de um tratamento adequado (TURNER; EDDY, 2001).

Em estudo sobre a determinação dos parâmetros fisiológicos e eventual utilização da câmera termográfica para diagnosticar lesões, Mendonça (2014) avaliou equinos de salto em três situações, antes do treino, logo após o treino e 2 h após o exercício físico. Houve diferença significativa de temperatura do período antes e depois do treino, indicando que após uma atividade física ocorre aumento da circulação periférica nas regiões estudadas, de acordo com a intensidade do exercício, e provando o funcionamento do sistema termorregulatório onde os animais continuam dissipando calor. Todas essas informações foram obtidas graças a um mapeamento termográfico do cavalo atleta, e sua respectiva temperatura superficial (TS).

Neste contexto, a termografia infravermelha surge como importante auxiliar ao clínico de equinos. Esta técnica representa a temperatura de superfície, podendo evidenciar a ocorrência de injúrias, por alterações na temperatura e fluxo sanguíneo, permitindo a identificação anatômica da região afetada (HEAD; DYSON, 2001).

Um grande desafio para criadores de vacas leiteiras, bem como para aqueles que criam cabras e ovelhas, é o controle da mastite, doença infecciosa que traz perdas econômicas significativas para os criadores.

Estudando o uso da TIV como ferramenta auxiliar no diagnóstico de mastite em ovinos, Nogueira et al (2013), observaram que houve relação significativa entre as temperaturas superficiais das glândulas e alterações específicas do tecido glandular, além de serem observadas diferenças significativas entre as temperaturas superficiais das glândulas (Figura 4) e os resultados do diagnóstico clínico, concluindo que, a termografia permitiu identificar diferenças de temperaturas entre as metades mamárias saudáveis ou com mastite subclínicas daquelas com mastite clínica em estágio crônico e que esta técnica, se associada ao diagnóstico clínico e/ou microbiológico, tem potencial para ser uma importante ferramenta no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelhas e auxiliar na tomada de decisões, bem como, na adoção de novas práticas de manejo em rebanhos de ovelhas deslanadas.

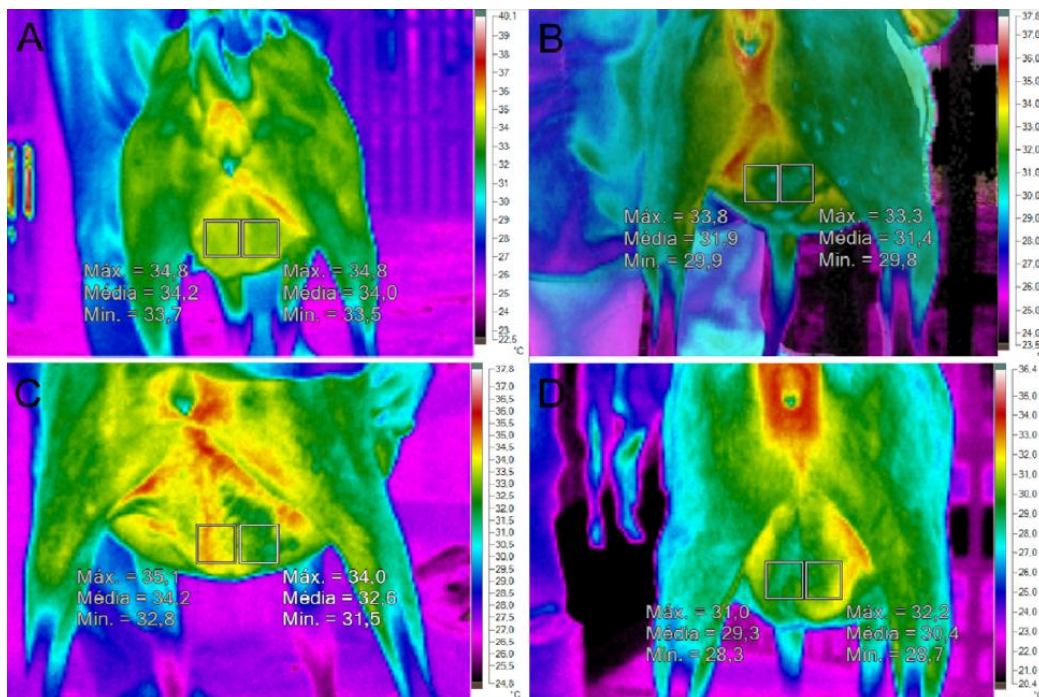


Figura 4. Termogramas da mama de ovelhas. A) sem alteração B) Nódulos pequenos nas duas metades C) Nódulo média na esquerda e grande na direita D) Consistência diminuída em ambas as metades. Fonte: Nogueira et al (2013).

Muitas vezes, a ausência do diagnóstico precoce é um fator limitante e decisivo para o sucesso do tratamento (NOGUEIRA, 2013). Pesquisadores como Polat et al. (2010), estudaram a TIV com o objetivo de utilizá-la para aumentar a eficiência do diagnóstico desta patologia.

### 2.4.3 Termografia e a Clínica Médica de Pequenos Animais

Vários estudos estão sendo realizados para que se avalie a capacidade do uso da termografia para detectar alterações nos padrões térmicos de cães, mostrado na figura 5. Afecções como displasia do cotovelo, neoplasia óssea, gatos com tumores da tireoide e, até mesmo, a possível localização de tumor cerebral, são alguns dos benefícios que a termografia pode oferecer na medicina veterinária (PEREIRA, 2012).

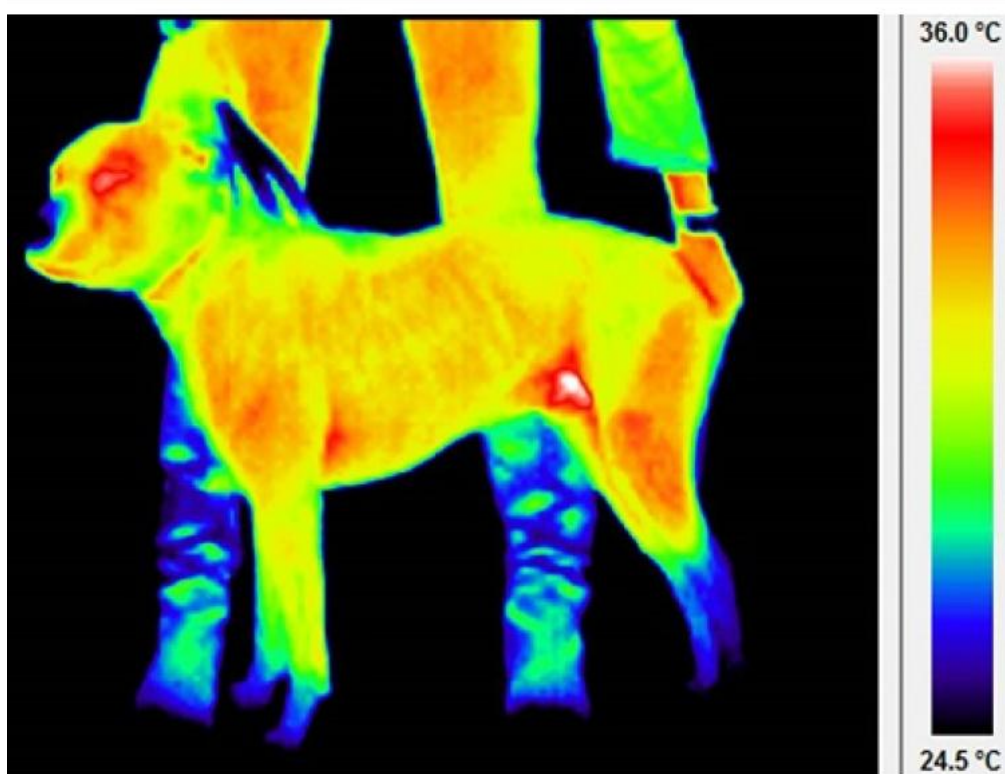


Figura 5. Distribuição térmica por todo o corpo do animal. Fonte: Pereira (2012).

Dentro das lesões do sistema locomotor/ósseo, Um et al. (2005) induziram um processo de osteoartrite (por desmotomia do cruzado cranial) em joelhos de 8 cães que foram posteriormente divididos em dois grupos, um grupo tratado com acupuntura e outro sem tratamento. Através da avaliação termográfica infravermelha foi possível detectar uma redução a níveis normais da temperatura nos joelhos de cães do grupo tratado, ao contrário do grupo não tratado onde a temperatura se manteve elevada. Através deste trabalho os autores indicam



a termografia infravermelha como um recurso valioso no acompanhamento de tratamentos de osteoartrites.

Loughin e Marino (2007) comentam que a termografia pode ser utilizada não só no acompanhamento, mas também na detecção de artrite e ruptura de ligamento cruzado em cães, com mais de 85% de sensibilidade.

A termografia pode auxiliar na avaliação do grau de alterações funcionais de pacientes com doenças vasculares. Os resultados deste exame permitem avaliar o sistema vascular, dando assim um diagnóstico clínico e conseqüentemente o seu prognóstico (BRIOSCHI et al., 2003). A técnica ainda pode ser usada em casos de processos inflamatórios e de necrose, que nos mostra a área atingida nos dando uma noção da extensão da lesão, também é um bom indicador do risco de desenvolvimento de úlcera de decúbito (BRIOSCHI et al., 2007).

A técnica de infravermelho pode ser utilizada para medir as diferenças de temperatura do limbo nasal, temporal e da região central da córnea de cães, podendo diferenciar os olhos com valores normais e olhos com ceratoconjuntivite seca (BIONDI, 2013). Estudos mostram ainda, que a termografia pode ser utilizada para avaliar condições inflamatórias e não inflamatórias oculares, além das anteriormente citadas, como nos casos de uveíte e outras doenças oculares (KAWALI, 2013).

Diversas literaturas já relataram a real aplicabilidade da leitura e compreensão da temperatura superficial em diversas áreas afins na Medicina Veterinária, no segmento da oncologia veterinária não é diferente, sendo bastante utilizada.

Autores como Nunes, Filho e Sartori (2007) também indicam que por ser a termografia, um exame mais rápido, não ocasionar dor, não ser invasivo, não ter necessidade de contraste e não haver envolvimento de radiação, esta deve ser utilizada de modo a contribuir com o diagnóstico precoce de tumores de mama.

De acordo com Brioschi (2003), quando se trata de tumor de mama animal, o uso da técnica desempenha papel de localizar as áreas de inflamação agudas ou crônicas e, também pode ser utilizada com relação ao diagnóstico precoce de tumores de mama, mesmo que ainda não observados clinicamente. O mesmo permite encontrar variações de temperatura que estão relacionadas com as modificações do fluxo sanguíneo e do metabolismo das células mamárias. As células cancerígenas animais também tem função de produzir óxido nítrico, sendo este a fonte estimuladora da angiogênese (áreas brancas na figura 6) e da vasodilatação que se encontram presentes nas neoplasias, ainda se mostra importante para visualização de áreas hiporradiadas (figura 6).

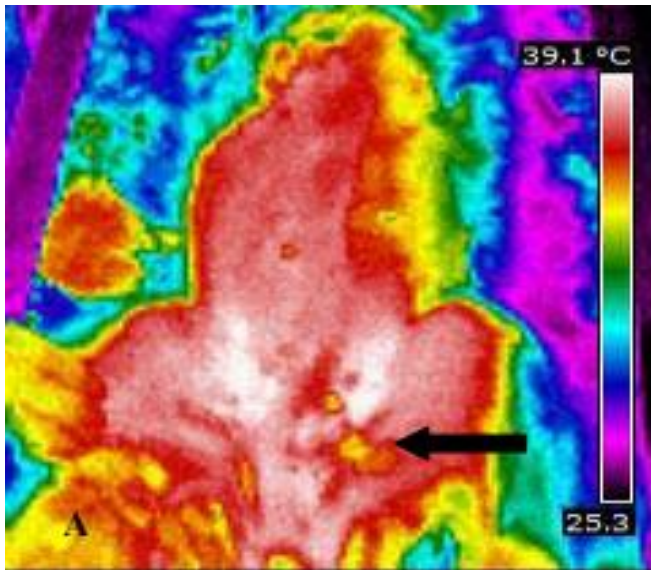


Figura 6. Áreas hiporradiadas associadas à presença de nódulos. Fonte: Reis et al. (2010).

Assim, Bezerra (2007) concluiu que as imagens térmicas das mamas apresentaram aumento de temperatura máxima de  $2^{\circ}\text{C}$  quando comparados a cadeia contralateral, e esta diferença entre áreas normais e cancerígenas pode ser característica de tumores mamários malignos. Reis (2010) capturou imagens térmicas do nódulo mamário e neste caso o padrão térmico foi classificado assimétrico, pela presença de áreas com variações de temperatura distribuídas em toda a extensão do tumor. A histopatologia revelou tratar-se de um tumor misto maligno.

Assim, argumenta-se que a tecnologia de infravermelho além de possibilitar uma maior visualização e mapeamento da área afetada, apresenta a capacidade de avaliar a viabilidade das células.

## 2.5 Termografia nos estudos de adaptabilidade

A utilização do método de TIV está sendo bastante utilizado em estudos sobre manejo a fim de melhorar a produtividade dos animais, que é o que se objetiva na produção animal. Nos estudos de conforto térmico para a produção animal, a termografia surgiu com o papel de auxiliar no diagnóstico de alterações fisiológicas, possibilitando a tomada de decisões que venham aumentar o conforto térmico, garantindo o bem estar e minimizando os efeitos do ambiente sobre a produção animal.

Em experimento, Montanholi et al. (2008) estabeleceram a correlação das temperaturas superficiais de diferentes regiões do corpo de vacas em lactação com a produção de calor. Segundo Queiros et al. (2013), a utilização do infravermelho pode ser utilizada como técnica auxiliar na avaliação do estresse térmico em vacas leiteiras. Lehueur (2012) usou a TIV para diagnóstico de inflamação de cascos em ovinos, uma vez que cascos com lesão da doença apresentaram maior temperatura que cascos saudáveis.

Rainwater-Lovett et al. (2009) analisaram os termogramas de cascos de vacas infectadas com o vírus da febre aftosa. As imagens de termografia infravermelha mostram um aumento acentuado na temperatura do casco em animais que sofrem desta doença, antes dos sintomas clínicos surgirem.

Nos sistemas intensivos de produção de suíno uma das afecções mais prevalentes são as artrites, que causam dor aos animais podendo afetar seu desempenho e bem-estar. Deste modo, o diagnóstico precoce torna-se importante para que se dispense aos animais tratamento adequado em tempo hábil (GRACIANO et al., 2013). Segundo Hill (1992) as artrites são enfermidades que podem acometer os suínos em qualquer faixa etária, causando enormes perdas econômicas por morte, atraso no crescimento, descarte precoce de reprodutores, gastos com medicamentos, mão de obra, formação de animais refugos e condenação de carcaça nos abatedouros. Nesse contexto, Graciano (2013) trabalhou com suínos com o objetivo de avaliar a eficiência da câmera termográfica em identificar edemas inflamatórios em suas patas. O autor selecionou animais que apresentavam claudicação e edema nos membros posteriores, e a partir da análise dos termogramas, concluiu que a TIV apresentou potencial significativo no pré-diagnóstico de processos inflamatórios e lesões, e pode servir como ferramenta para auxiliar a redução de descartes de reprodutores e condenações de carcaças em abatedouros.

A aplicabilidade da técnica na espécie suína também foi testada por Scolari et al. (2011), onde foi percebido uma diferença significativa da temperatura da vulva em relação à temperatura perivulvar, o autor relata que nos momentos pré-ovulação a temperatura da vulva se elevou chegando ao seu máximo no momento da ovulação ( $35,6^{\circ}\text{C} \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ ) e declinando rapidamente logo após a mesma ( $33,9^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ ).

Kotrbaček e Nau (1985) observaram que nos últimos dias de gestação de porcas, particularmente após o parto, a temperatura da pele sobre a glândula mamária representava a área mais quente da superfície corporal. No primeiro dia de lactação, a temperatura superficial da glândula mamária foi de  $39^{\circ}\text{C}$  e nos períodos posteriores da lactação, a temperatura localizou-se entre  $37$  e  $38^{\circ}\text{C}$ .

Segundo Kotrba et al. (2007), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial, a termografia ajuda a compreender o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal.

Em estudo sobre diferentes níveis de concentrado para ovinos (Farelo de milho, farelo de soja, farelo de trigo e sal mineral), Nobre et. al. (2013) observaram que o nível de concentrado afetou significativamente a capacidade termorregulatória dos animais. A menor temperatura superficial (TS) foi observada no grupo que comia menos concentrado (40%), temperatura superficial de 36,43°C, no outros grupos foi observado TS 36,63°C e 36,64°C, para níveis de concentrado 50% e 60%, respectivamente. Os valores mais elevados de frequência respiratória, temperatura retal e temperatura superficial foram observados quando se utilizou o nível mais elevado de concentrado na dieta (60%).

Com relação a estudos com pequenos ruminantes, Roberto et. al. (2012) confirmaram que apesar de manter a temperatura retal dentro dos níveis normais para a espécie, o grupo genético Saanen se mostrou menos tolerante às condições climáticas do semiárido do que os mestiços  $\frac{1}{4}$  Saanen +  $\frac{3}{4}$  Bôer. Mesmo em condições de confinamento, o período da tarde no semiárido se torna estressante para os caprinos reduzindo os gradientes térmicos entre as temperaturas do núcleo central e a superfície corporal e desta com o ambiente, elevando a frequência respiratória dos animais. Os animais que apresentam menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor (MORAES, 2010).

Com a ajuda de termogramas, Batista et. al. (2014) objetivaram avaliar a tolerância ao calor em 30 ovinos mestiços  $\frac{1}{2}$ Santa Inês +  $\frac{1}{2}$ Dorper, de pelames branco e preto, submetidos a estresse térmico. A análise de variância revelou efeito significativo para a frequência respiratória nos ovinos de pelame escuro, e efeito no ambiente e da cor do pelame sobre a temperatura superficial e coeficiente de tolerância ao calor no ambiente de sol. Os ovinos com pelame preto demonstraram menor tolerância ao calor.

A capacidade da TIV em detectar e mensurar as respostas dos animais ao estresse tem sido um dos principais focos das pesquisas. As instalações avícolas devem assegurar um ambiente de conforto térmico que proporcione ao animal expressar todo o seu potencial genético para produção. Em estudos sobre a utilização da termografia na produção de frangos de corte, Naas et al. (2010) observaram a temperatura superficial das aves nas partes coberta por penas (PCP) e as parte não coberta por penas (PNCP), na tabela 1 está representada a variação das temperaturas superficiais e do ambiente.

<b>Temperatura Superficial (°C)</b>				
<b>PCP<sup>1</sup></b>	32,4 ± 1,0	31,7 ± 0,8	31,6 ± 0,9	30,8 ± 0,8
<b>PNCP<sup>2</sup></b>	37,1 ± 1,3	37,6 ± 1,5	37,6 ± 1,3	37,5 ± 1,1
<b>Cama de frango</b>	26,6 ± 1,4	26,2 ± 0,9	27,2 ± 1,3	26,3 ± 1,0
<b>Cortina lateral</b>	25,9 ± 2,0	27 ± 1,5	29 ± 2,4	30,4 ± 2,0

Tabela 1. Distribuição da temperatura superficial confirmando que as partes sem penas apresentaram maior temperatura. Fonte: Naas et al. (2010).

O uso da tecnologia de processamento de imagens termográficas infravermelho permite conhecer, de maneira direta e com acuracidade, a distribuição da temperatura superficial, seja no ambiente ou nas aves. As imagens processadas indicaram que, as partes sem penas apresentaram maior temperatura devido à maior vascularização na presença de ambiente quente e que representam maior potencial de perda de calor sensível (NAAS et. al., 2010).

Nascimento et. al. (2014) utilizaram a TIV na estimativa de conforto térmico de frangos de corte, e ainda constataram que as temperaturas superficiais das aves estão associadas à temperatura superficial da instalação (cortinas laterais, forro e cama).

Usando a termografia infravermelha, Reilly e Harrison (1988) determinaram a eficiência da transferência térmica dos pés de poedeiras comerciais para "cano poleiro" refrigerado. Após vinte minutos do início da respiração ofegante, a temperatura do poleiro foi baixada de 35°C para 20°C e, depois de uma hora, a ofegação cessou, e a taxa respiratória reduziu em 55%. Observou-se aumento na produtividade de ovos, melhorando a qualidade da casca, pois apesar da temperatura ambiente estar fora da zona de termoneutralidade, evidenciou a melhoria no conforto térmico.

A partir dos resultados obtidos pelas imagens termográficas de infravermelho, foi possível traçar uma estimativa de médias da temperatura do corpo, da cabeça e das pernas de aves poedeiras de linhagem Dekalb White nas condições de criação em gaiola enriquecida e sistema alternativo em ambientes de 20°C, 26°C e 32°C, podendo ter conhecimento correto da distribuição da temperatura superficial das aves no ambiente onde as mesmas estão sendo criadas (CAMERINI, 2011).

O uso de tecnologias para medições de bem-estar animal contribui de forma direta na eficiência do sistema de produção, identificando as condições de conforto nas quais o animal pode expressar todo seu potencial produtivo.

## 2.6 Termografia como auxílio na alimentação animal

O monitoramento em tempo real da temperatura na superfície dos alimentos com auxílio da termografia se mostra como uma forma rápida e segura na predição da qualidade nutricional e microbiológica de muitos produtos. Pesquisadores da Universidade de Pádova, na Itália, testaram a termografia em infravermelho para determinar a qualidade da silagem de milho após o processo fermentativo. Miotello et al. (2009) encontraram correlações altas entre temperatura e componentes químicos da silagem.

Sobre a característica e composição de silos de grande porte, Novinski (2013) avaliou 109 propriedades usuárias de silagem de milho no Brasil, a fim de encontrar a composição de micotoxinas e bromatologia utilizando imagens termográficas.

Junges (2010), em estudo inovador com silagem de milho, usou a TIV para avaliar temperatura de silagens expostas ao ar em sala com temperatura controlada. As correlações entre a temperatura da superfície e a temperatura interna da massa apresentaram coeficiente moderado ( $r = 0,55$   $P < 0,001$ ), mostrando que a imagem da superfície pode ser usada como indicador de pontos de crescimento microbiano. No entanto, concluiu que há necessidade de se ampliar o controle de outras variáveis, além daquelas estudadas por ele.

Com relação a alimentação, e como essa pode influenciar na temperatura superficial, o Incremento Calórico (IC) é representado pelo aumento da produção de calor após o consumo do alimento pelo animal. O IC é constituído basicamente do calor de fermentação e a energia gasta no processo digestivo, assim como o calor de produção resultante do metabolismo dos nutrientes (FIALHO; OST; OLIVEIRA, 2001). Com base nisso Silva (2013) usou a termografia de infravermelho para avaliação do incremento calórico causado pela ingestão de volumoso, embora a diferença entre os tratamentos fora de pequena magnitude, a utilização de imagens termográficas permitiu detectar um aumento de temperatura associado com o consumo mais elevado de fibra dietética (silagem de milho).

O emprego dessa tecnologia é bastante ampla para avaliação de variáveis relacionadas à temperatura, ou que apresentam alteração da temperatura como variável indireta. Pode ser usada nos sistemas de produção animal e vegetal como alternativas aos métodos tradicionais, que possuem limitações em obtenção de dados, não possibilitando medidas com exatidão e/ou perfeição.



### **3 CONCLUSÃO**

É inegável que são inúmeras as utilidades e benefícios que a utilização da tecnologia de infravermelho oferece para a medicina veterinária. A termografia, associada a outras técnicas, como exame clínico, apresenta potencial para ser uma ferramenta auxiliar no diagnóstico e prognóstico de diversas alterações. Dentre elas, pode ser realizada uma avaliação de bem-estar para que seja feita um controle correto do ambiente. Assim como sua importância na alimentação animal, avaliando a viabilidade de vários produtos.

São necessárias mais pesquisas em diversos tópicos relacionados a termografia. O diagnóstico não pode continuar baseado em observações subjetivas de padrões térmicos, devendo ser eventualmente incluída em uma fisiologia racional para cada observação.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, F. **The genuine works of Hippocrates**. Baltimore: Williams&Wilkins, 1990.

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

ANDRADE FILHO, A. C. C. Termografia no diagnóstico nas dores músculo-esqueléticas. **Centro de Terapia da Dor e Medicina Paliativa e do Serviço de Teletermografia do Hospital Amaral Carvalho**. Jaú, São Paulo. 2001.

BASSALO, J. M. F. A crônica do Calor: Calorimetria. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 14, n. 1, p. 29-38, 1992.

BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B.; OLIVEIRA, G. J. C.; ROBERTO, J. V. B.; ARAÚJO, R. P.; RIBEIRO, T. L. A.; SILVA, R. A. **Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico**. Universidade de Federal de Campina Grande, Patos, PB. In: **Original Article**, p. 102-108. 2014.

BEZERRA, L. A. et al. **Uma comparação entre temperaturas de mamas obtidas pelo método dos volumes finitos em malhas não estruturadas e aquelas adquiridas através de termogramas de pacientes de hospital público localizado em clima tropical**. 8º Congresso Ibero-americano de engenharia mecânica, Outubro de 2007.

BIONDI, F.; DORNBUSCH, P. T.; SAMPAIO, M.; MONTIANI-FERRIRA, F. Infrared Ocular Thermography in Dogs With and Without Keratoconjunctivitis Sicca. **Veterinary Ophthalmology**, v.10,p.1-7. 2013.

BOUZIDA, N.; BENDADA, A.; MALDAGUE, X. P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. **Journal of Thermal Biology**. Oxford, 120-126 p. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306456508001228>> Acesso em: 04 Mai 2015.

BOWER, S. S.; GANDY, S.; ANDERSON, B. ; RYAN, P.; WILLARD, S. Assessment of Pregnancy in the Late-Gestation Mare Using Digital Infrared Thermography. **Theriogenology**, p.372-377. 2009.

BRIOSCHI, M. L.; MACEDO, J. F.; MACEDO, R. A. C. Termometria cutânea: novos conceitos. **Jornal Vascular Brasileiro**, v.2, p. 151-160. 2003. Disponível em: <<http://www.jvascbr.com.br/03-02-02/03-02-02-151/03-02-02-151.pdf>> Acesso em: 28 Nov 2013.

BRIOSCHI, M.L.; YENG, L.T.; TEIXEIRA, M.J. Diagnóstico Avançado em Dor por Imagem Infravermelha e Outras Aplicações. **Pratica Hospitalar**, v.50, p.95- 98, 2007.

BRIOSCHI, M. L. A história da termografia. **Conceitos antigos da produção de calor**. 2003. Disponível em: < <http://www.lla.if.sc.usp.br/art/ahistoriadatermografia.pdf>>. Acesso em: 30 Nov 2013.

BUSTOS MAC-LEAN, P. A. **Program of supplementary light and the relationship between physiological and thermography variables of suckling calves in hot weather**. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

CAMERINI, N. L.; SILVA, R. C.; NASCIMENTO, J. W.; SILVA, G. A.; SOUZA, B. B.; FURTADO, D. A. **Variação da temperatura superficial de aves poedeiras criadas em dois sistemas de criação em ambiente controlado, utilizando imagens termográficas**. Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB. 2011.

CARVALHO, T.; MARA, L. S. Hidratação e nutrição no esporte. **Revista brasileira de medicina do esporte**, Rio de Janeiro, v.16, n. 2, p. 33-44. 2010.

CILULKO, J. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. In.: **European Journal Wildlife Research**. Poland. 17-23p. 2013.

DAVIS, J.; SILVA, V. Subtração para detecção de pessoa em imagens térmicas. **Revista Medicine & Biology**. p. 79-88. 2004.

DALTRO, D. S. **Uso da termografia infravermelha para avaliar a tolerância ao calor em bovinos de leite submetidos ao estresse térmico**. Dissertação de mestrado em zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2014.

DELAHANTY, D.D., GEORGI, J.R. Thermography in equine medicine. In.: J. Am. Vet. Med. Assoc., v.147, p.235-238, 1965.

DIAKIDES, N. A.; BRONZINHO, J. D. **Medical Infrared Imaging**. USA: CRC Press, Boca Raton, 2008.

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

FIALHO, E. T.; OST, P. R.; OLIVEIRA, V. Interação ambiente e nutrição- Estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e característica de carcaça de suínos. **Conferência internacional sobre qualidade de carne suína**. Concórdia, Santa Catarina. 2001. Disponível em:  
<[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais01cv2\\_fialho\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_fialho_pt.pdf)> Acesso em: 27 Abr 2015.

GRACIANO, D. E. **Aplicações da termografia infravermelha na produção animal**. Dourados: UFGD. 52 p. Título (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

GROSSO, M. **Análise termográfica de defeitos de corrosão em aços revestidos por materiais compósitos**. Graduação curso Engenharia metalúrgica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Disponível em:  
<<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004533.pdf>> Acesso em: 23 Abr 2015.

HAFEZ, E. S. E. **Adaptation of domestic animals**. Lea and Febiger: Philadelphia, 415 p. 1968.

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

HILL, M. **Skeletal System and feet**. In: Leman A, Straw BE, Mengeling WL, D'allaire S, Taylor DJ (ed) Diseases of swine, 7th ed. Iowa State University Press. p 163-195. 1992.

JUNGES, D.; **Aditivo microbiano na silagem de milho em diferentes tempos de armazenamento e avaliação da estabilidade aeróbia por termografia em infravermelho**. Dissertação Mestrado em Ciências Veterinárias. Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária. 2010. Disponível em:  
<<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/25345>> Acesso em: 08 Fev 2015.

KAWALI, A.A. Thermography in Ocular Inflammation. **Indian Journal of Radiology and Imaging**, v. 23, p. 281-283. 2013.

KIMMEL, E.; ARKIN, H.; BERMAN, A. Evaporative cooling of cattle: transport phenomena and thermovision. **American Society of Agriculture**. 14f. 1992.

KUSUDA, S.; WAKIMOTO, T.; SATO, T.; NISHIMURA, K.; KAWAKAMI, S.  
Relationship between body temperature and ovarian cycle in Asian and African elephants.  
**Journal of Reproduction and Development**, v.53, p.1099-1105, 2007.

KNIZKOVA, I.; KUNC, P.; GURDIL, G. A. K.; PINAR, Y.; SELVI, K. C. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of the Faculty of Agriculture**. p. 329-336 . 2007.

KOOPMAN, D.E. Cholesteric plate thermography: the state of the art. **New York Academy of Sciences**. p.475-480, 1980.

KOTRBA, R.; KUNC, P.; GURDIL, G. A. K.; PINAR, Y.; SELVÍ, K. C. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of the Faculty of Agriculture** 22:329-336. 2007.

KOTRBACEK, V.; NAU, H.R. The Changes in skin temperatures of periparturient sows. **Acta Veterinaria**. Brno, v. 54, p.35-40. 1985.

KUNC, P.; KNÍŽKOVÁ, I.; PŘIKRYL M.; MALOUN J. Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. **Agricultura Tropica et Subtropica**, v.40, p.29-32, 2007.

LEHUGEUR, C. M. **Bem-estar em ovinos no Rio Grande do Sul: Termografia na avaliação de podridão dos cascos e estresse por calor**. Porto Alegre: UFRGS, 2012. 70 p. Título (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LODI, D. J.; TAVARES, G. F.; SCHIASSI, L.; ARAUJO, H. B. **Uso da termografia na avaliação do conforto térmico de vacas holandesas em lactação**. Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Sinop-MT. 2014. Disponível em: <<http://www.sbea.org.br/conbea/2014/anais/R0221-2.pdf>>. Acesso em: 22 abril 2015

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

McCUTCHEON, L.J.; GEOR, R.J. Thermoregulation and exercise-associated heat stress. **Equine exercise physiology**. Philadelphia: Elsevier, p.382-386. 2008.

MENDONÇA, M. F. F. **Determinação dos parâmetros fisiológicos e utilização da câmera termográfica para diagnosticar lesões em equinos de salto na cidade de João Pessoa-PB.** Patos: Universidade Federal de Campina Grande, 2014. 14 p. Trabalho de conclusão do curso.

METZNER, M. Infrared thermography of the udder surface of dairy cattle: Characteristics, methods, and correlation with rectal temperature. *The Veterinary Journal*. Londres, Inglaterra. p. 57-62. 2014.

MIOTELLO, S.; STELLETTA, C.; SIMONETTO, A.; CECCHINATO, R. Infrared thermography A suitable technique to evaluate the quality of corn silage after the fermentation process. In: **60th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science**. Barcelona, Spain. p.4692. 2009.

MONTANHOLI, Y. R.; ODONGO, N. E.; SWANSON, K. C.; SCHENKEL, F. S.; McBRIDE, B. W.; MILLER, S. P. Application of infrared thermography as an indicator heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal of Thermal Biology**. Ontario, v.33, p.473-475, 2008.

MORAES, J. B. **Termorregulação e adaptabilidade climática de caprinos no semiárido piauiense.** Dissertação Mestrado em Ciência Animal. Universidade Federal do Piauí, Teresina. 46f. 2010.

NAAS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; NASCIMENTO, D. P. N. G. R.; VERCELLINO, R. A. Distribuição da temperatura superficial de frangos de corte com 42 dias de idade. **Scientia Agricola**. Piracicaba. 497-502. 2010.

NASCIMENTO, G. R.; NAAS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. Termografia infravermelha na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiente**. Campina Grande, Paraíba. 2014.

NOBRE, I. S.; **Efeito de diferentes níveis de concentrado e inclusão de gordura protegida na dieta sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos.** Dissertação para obtenção de mestre em Zootecnia. Patos-PB. UFCG. 48f. 2013.

NOGUEIRA, F. R. B., SOUZA, B. B., CARVALHO, M. G. X., GARINO, J. F., MARQUES, A. V. M. S. Termografia infravermelha: uma ferramenta para auxiliar no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelha. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. 35(3):289-297. 2013.

NOVINSKI, C. O. **Composição de micotoxinas e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho.** Dissertação (Mestre em Ciências Veterinárias), Universidade federal do Paraná, Curitiba, 85f. 2013.

NUNES, L. A. de O.; FILHO, A. C. de C.; SARTORI, J. L. Câmara termográfica nacional. **Revista Prática Hospitalar.** Ano IX, n. 49, p. 18-21. 2007.

OLIVEIRA, A. L. **Mecanismos termorreguladores de cabras da raça saanen.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. Tese (doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 96 p. 2007. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/zoo/d/2047.pdf>> Acesso em: 06 Abr 2015.

PEREIRA, V. H.; **A termografia como auxílio diagnóstico na medicina veterinária.** Curitiba: Universidade Tuiuti do Paraná. Trabalho de conclusão de curso. 57 p. 2012. Disponível em: <<http://tconline.utp.br/wp-content/uploads//2012/12/A-termografia-como-auxilio-diagnostico-na-medicina-veterinaria.pdf>> Acesso em: 28 Nov 2013.

PINHEIRO, D. G.; DELFINO, J. A. **Termografia como ferramenta no auxílio de monitoramento do bem-estar animal.** Universidade Federal do Ceará- UFC. Núcleo de Estudos em Ambiente Agrícola e Bem-estar Animal. 2013. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=27899&secao=Colunas%20e%20Artigos>> Acesso em: 01 Dez 2013.

POLAT, B.; COLAK, A.; CENGIZ, M. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, p. 3525- 32. 2010.

QUEIROS, A.F.; NOGUEIRA, F. R.; ROQUE, M. P.; NASCIMENTO, M. E.; SOUZA, B.B. Termografia como ferramenta de avaliação do estresse térmico em vacas leiteiras. **I seminário zootécnico do sertão paraibano.** 2013.

RAINWATER-LOVETT K.; PACHECO J.M.; PACKER C.; RODRIGUEZ L.L. Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. In: **Veterinary Journal.** p. 317-324. 2009.

REILLY, W. M.; HARRISON, P. C. The efficacy of conductive heat transfer from foot of domestic fowl in a hot environment. **Poultry Science.** 1988.

REIS, F.R. Índícios sobre a correlação entre diferentes métodos diagnósticos em casos de tumor de mama em cadelas. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, p. 14-31. 2010.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B. **Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal**. Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB. p. 73-84. 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/revistas/JABB/v02n03/v02n03a02.pdf>> Acesso em: 20 Abr 2015.

ROBERTO, J. V. B. **Efeito do ambiente térmico e uso da termografia de infravermelho em caprinos saanen e seus mestiços com o boer no semiárido brasileiro**. Patos- PB, UFCG. Dissertação- Mestrado em Zootecnia- Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido. 87 p. 2012. Disponível em: <[http://www.cstr.ufcg.edu.br/ppgz/dissertacoes/dissert\\_joao\\_vinicius.pdf](http://www.cstr.ufcg.edu.br/ppgz/dissertacoes/dissert_joao_vinicius.pdf)> Acesso em: 27 Abr 2015.

SANTOS, J. R. S.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H.; CEZAR, M. F.; TAVARES, G. P. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, morada nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 995-1001, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542006000500025](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000500025)> Acesso em: 03 Dez 2013.

SAM, S. H. The clinical use of temperature measurement in medical practice: a historical perspective. **Rehabilitation Medicine and Thermography**. Morrisville: Impress Publications, p. 11-14. 2008.

SANCHES, I. J. **Sobreposição de imagens de termografia e ressonância magnética: uma nova modalidade de imagem médica tridimensional**. Tese Doutorado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SCOLARI, S.C.; CLARK, S.G.; KNOX, R.V. Vulvar skin temperature changes significantly during estrus in swine as determined by digital infrared thermography. **Journal Swine Health Production**. 151–155. 2011.

SILVA, S. C. **Termografia infravermelha para avaliação do incremento calórico causado pela ingestão de volumoso**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia. Tese (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Animal Sustentável. 67 p. 2013. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1367501953.pdf>> Acesso em: 27 Abr 2015.

SILVA, S. V. **Reconstrução da Geometria da Mama a partir de Imagens Termográficas**. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2010. 134 p. (Tese de doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A.; ALCÂNTARA, M. D. B.; CUNHA, M. G. G.; MARQUES, B. A. A. **Avaliação da adaptabilidade de caprinos leiteiros no semiárido brasileiro com auxílio da termografia infravermelha.** Universidade de Federal de Campina Grande, Patos, PB. In: Original Article, 95-101. 2014.

SOUZA, B. B.; SOUZA, E. D.; CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H.; SANTOS, J. R. S. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e tecnologia.** 275-280. 2008.

SOUZA, B. B.; SILVA, G. A.; ZOTTI, C. A.; SILVA, E. M. N. Termografia: avaliação a adaptação de caprinos leiteiros e conforto térmico das instalações. **Farm point ovinos e caprinos.** 2011. Disponível em: [http://www.cstr.ufcg.edu.br/bioclimateologia/artigos\\_tecnicos/termografia\\_avaliacao\\_adaptacao.pdf](http://www.cstr.ufcg.edu.br/bioclimateologia/artigos_tecnicos/termografia_avaliacao_adaptacao.pdf) > Acesso em: 01 dez 2013.

STEWART, M.; WEBSTER, J.R.; SCHAEFER, A.L.; COOK, N.J.; SCOOT, S.L. Termografia de infravermelho como um instrumento não-invasivo para estudar bem-estar animal. **Bem-estar animal**, p. 319-325, 2005.

STEWART, M.; WEBSTER, J. R.; VERKERK, G. A.; SCHAEFER, A. L.; COLYN, J. J.; STAFFORD, K. J. **Non invasive measurement of stress in dairy cows using infrared thermography.** Physiological Behavior. P. 520-525. 2007.

SUYADI, S. B.; HOLTZ, W. Transcervical embryo collection in Boer goats. **Small Ruminant Research.** 195–200. 2000.

TITTO, E. A. L.; PEREIRA, A. M. F.; TOLEDO, L. R. A.; PASSINI, R.; NOGUEIRA, J. C. M.; GOBESSO, A. A. O.; ETCHICHURY, M.; TITTO, C. G. Concentração de eletrólitos em equinos submetidos a diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, p. 236-244. 2009.

TURNER, T. A.; EDDY, L. Diagnóstico pela termografia. **Revista Veterinária**, nº 4, p. 17-95, 2001.

UM, S. W.; KIM, M. S.; LIM, J. H.; KIM, S. Y.; SEO, K. M.; NAM, T. C. Thermographic evaluation for the efficacy of acupuncture on induced chronic arthritis in the dog. **Journal of Veterinary Medical Science**, p. 1283-1284. 2005.

VERCELLINO, R.A.; MEDEIROS, B.B.L.; MAIA, A.P.A.; SARUBBI, J.; GRISKA, P.R.; MOURA D.J. **Uso da termografia infravermelha para análise de trocas de calor de**



**equinos em condições de treinamento.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Salvador, 2010.