



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**APLICAÇÕES DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA  
PRODUÇÃO ANIMAL**

**DANIELA ESPANGUER GRACIANO**

Dourados

Mato Grosso do Sul - Brasil

Fevereiro – 2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

# **APLICAÇÕES DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA PRODUÇÃO ANIMAL**

**DANIELA ESPANGUER GRACIANO**

Bióloga

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Irenilza de Alencar Naas

Co-Orientador (a): Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Fabiana Ribeiro Caldara

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. Área de Concentração: Produção animal, como requisito a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados

Mato Grosso do Sul - Brasil

Fevereiro – 2013

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD**

591 G731a	Graciano, Daniela Espanguer. Aplicações da termografia infravermelha na produção animal / Daniela Espanguer Graciano – Dourados, MS : UFGD, 2013. 52 f.  Orientadora: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.  1. Termografia em animais. 2. Bem estar animal. I. Título.
--------------	---


**“Aplicações da termografia infravermelha na produção animal”**

por

**DANIELA ESPANGUER GRACIANO**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovada em: 28/02/2013




---

Prof. Dra. Irenilza de Alencar Nääs  
Orientador – UFGD/FCA



---

Prof. Dr. Rodrigo Garófalo Garcia  
UFGD/FCA



---

Prof. Dra. Claudia Marie Komiyama  
UFMT/ICS

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

DANIELA ESPANGUER GRACIANO, filha de João Dimas Graciano e de Lourdes Aparecida Espanguer Graciano, nasceu em Dourados, no estado de Mato Grosso do Sul, no dia 20 de dezembro de 1980. Iniciou em 1999 a Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde (UNIGRAN) concluído em 2002. No ano 2010 concluiu a especialização *latu sensu* em Planejamento e Gestão Ambiental (UNIDERP/ANHANGUERA). Em março de 2011, iniciou o mestrado na área de Produção Animal, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados (UGFD).

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho ao meu pai João Dimas Graciano (*in memoriam*) por ser alicerce da minha estrutura, sendo um exemplo de coragem, força e superação.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e sabedoria para realização do trabalho.

A meu pai, pelos ensinamentos e espelho para a vida.

A minha mãe, pela amizade, amor e compreensão.

Ao meu esposo Paulo César Tertuliano, por ser meu companheiro em todas as horas, não medindo esforço para que eu chegasse até essa etapa da minha vida.

Ao meu irmão João Dimas Graciano Junior, minha cunhada Barbara Mendes Graciano e minha sobrinha Mariana Mendes Graciano pelo amor, força e incentivo.

A minha sogra Elisia Maciel Tertuliano, ao meu sogro Gilmar Tertuliano e minha cunhada Bruna Tertuliano por sempre me apoiar e torcer por minhas conquistas.

Ao meus avós João Graciano, Amélia Graciano (*in memoriam*) e Ione Espanguer, Naelson Espanguer (*in memoriam*) por fazer parte da minha educação.

A minha orientadora Irenilza de Alencar Nãas e os meus co-orientadores Rodrigo Garófallo Garcia e Fabiana Ribeiro Caldara, pela orientação, atenção, paciência, compreensão, pela dedicação e a confiança em mim.

Aos professores Fernando Miranda de Vargas Junior, Rafael Henrique de Tonissi Buschinelli de Goes, Ibiara Correia de Lima Almeida Paz, Juliana Carrijo Mauad e Andréa Maria Araújo Gabriel que me apoiaram, aconselharam e incentivaram.

Ao professor Euclides pelo conhecimento adquirido e a participação em seu grupo de trabalho. As coisas boas levo comigo e as ruins já joguei fora.

Aos colegas de orientação Thaís Assad Gualharte Figueiredo, Ana Flávia Basso Royer, Marta Moi, Rodrigo Borille, Marisa Bento Martins Ramos, Felipe de Souza Santos Abreu e Marília Carvalho Figueiredo Alves pela amizade, conselhos e pelo apoio.

Aos alunos da graduação Mariana Viegas dos Santos, Letiane Salinas Gimenes, Thaís Lemos Pereira, Leonardo da Silva Ramos, Vadim Milani de Souza Carbonari, Amanda

Thaís Caetano Tochetto, Felipe de Almeida do Nascimento, Leandro do Valle Mendes da Silva, Jéssica Davalos Vareiro, Edevânia Teixeira Gomes, Maíza Biazolli, Marcell Fernandes, Loan Henrique Pereira da Silva, Rayane Agüero, Mariany Bonamigo e demais colaboradores, pelo esforço, trabalho e dedicação durante o experimento.

As minhas amigas irmãs Cricia Poiáres Vieira e Lauriene Olegário, que sempre estiveram ao meu lado prontas para ajudar.

A Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de estudo, aprendizagem e realização do curso de mestrado.

Aos técnicos da UFGD, Márcio Rodrigues de Souza e Maria Gizelma de Menezes Gressler pela atenção e ajuda no desenvolvimento do projeto.

Aos funcionários, Valdemar de Oliveira Souza; Valmir Rosa de Siqueira; Clodoaldo dos Santos Neves; Jesus Felizardo de Souza; Junior da Silva Benites; João Antonio Alves de Carvalho pelo serviço prestado nas atividades.

Ao Programa de Demanda Social (DS) Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, agradeço a todos que me apoiaram durante o curso.



## SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	3
Objetivo Geral.....	4
Objetivos específicos .....	4
CAPÍTULO I. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2 Revisão Bibliográfica.....	6
2.1 Medidas de temperatura .....	6
2.1.1 Termômetros utilizados na prática .....	7
2.2 Homeotermia e Termorregulação .....	8
2.2.1 Estresse térmico .....	10
2.3 Termografia Infravermelho.....	11
2.3.1 Aplicações práticas da termografia infravermelha.....	12
3 Referências Bibliográficas .....	15
CAPÍTULO II. TEMPERATURAS SUPERFICIAL DE PORCAS EM LACTAÇÃO SUBMETIDAS AO RESFRIAMENTO ADIABÁTICO .....	20
Resumo .....	21
Abstract.....	21
Introdução .....	22
Materiais e Métodos.....	23
Resultados e Discussão .....	25
Conclusão.....	28
Referências Bibliográficas .....	28
CAPÍTULO III. VARIAÇÃO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL E ESTIMATIVA DE PERDA DE CALOR EM PINTOS DE UM DIA NO INCUBATÓRIO.....	31
Resumo .....	32
Abstract.....	32
Introdução .....	33
Materiais e Métodos.....	34
Resultados e Discussão .....	36
Conclusão.....	39
Referências.....	40

CAPÍTULO IV. IDENTIFICAÇÃO DE EDEMA ARTICULAR EM SUÍNO POR MEIO DE IMAGENS TERMOGRAFICAS.....	42
Resumo .....	43
Abstract.....	43
Introdução .....	44
Material e Métodos.....	45
Resultados e Discussão .....	46
Conclusão.....	49
Referências.....	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52

**LISTA DE TABELAS****CAPÍTULO II**

Tabela 1. Médias das temperaturas superficiais de porcas lactantes nos períodos da manhã (entre 07h:00min e 09h:00min) e da tarde (entre 15h:00min e 17h:00min), submetidas a ambiente com ventilação natural (T1) ou resfriamento adiabático(T2).	26
--	----

**CAPÍTULO IV**

Tabela 1. Temperaturas superficiais dos membros posteriores de suínos das regiões sem e com edema.	46
--	----

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1. Produção de calor *versus* temperatura ambiente. 99
- Figura 2. Exemplos de câmeras de detecção de imagens infravermelhas. 11

### CAPÍTULO II

- Figura 1. Imagens termográficas das temperaturas superficiais de matrizes, de acordo com o sistema de ventilação natural (a) ou resfriamento evaporativo (b). 25
- Figura 2. Efeito da ventilação natural (VN) e resfriamento adiabático(RA) na temperatura de pele de porcas lactantes nos períodos de manhã e tarde. 27

### CAPÍTULO III

- Figura 1. Imagem termográfica da caixa de pintinhos recém nascidos (A) e a distribuição da temperatura superficial das aves em conjunto (B). 34
- Figura 2. Imagem termográfica da ave no incubatório (A) e na sala de vacinação (B) e esquema de determinação da área superficial da ave. 36
- Figura 3. Contribuição para a perda de calor da ave e perda de calor sensível total relativa (cabeça, corpo e pernas) nos dois ambientes estudados. 38

### CAPÍTULO IV

- Figura 1. Imagem das patas traseiras do animal 5 (A) e imagem termográfica (B) identificando as temperaturas superficiais. 46
- Figura 2. Histogramas da temperatura superficial do membro posterior direito sem edema (A) e do membro posterior esquerdo com edema (B), do animal 5. 47

## RESUMO

Graciano, Daniela E. **Aplicações da termografia infravermelha na produção animal**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2012.

O uso de termografia infravermelha auxilia na identificação de pontos distintos onde a temperatura radiante difere devido à elevação ou decréscimo na produção de calor, alterando a temperatura superficial e a transferência de calor para o ambiente. A medida de temperatura superficial ou de pele pode ser registrada sem interferência na condição do indivíduo, à distância e com precisão em animais que apresentam transferência de calor limitada, seja por penas ou pelagem. O trabalho foi realizado com objetivo de avaliar o uso da termografia infravermelha em situações distintas, sendo elas: 1) alterações de temperatura da pele em porcas lactantes submetidas ao resfriamento adiabático, 2) avaliação da perda de carga térmica em pintos do incubatório até a chegada na granja de produção e, 3) identificação de edemas articulares em suínos. Foram registradas imagens termográficas dos animais em estudo, utilizando uma câmera termográfica da marca Testo® nas diferentes situações. As imagens foram analisadas a partir de 10 pontos utilizando software IRSofit®. Foram calculadas as médias das temperaturas superficiais e submetidas ao teste de t-Student, com a confiabilidade de 95%. Os resultados mostraram que o uso de imagens termográficas permitiu identificar a eficiência do uso de resfriamento adiabático, em que porcas lactantes apresentaram no período da tarde uma diminuição significativa na temperatura de pele ( $34,42 \pm 1,25$  °C), quando comparadas ao grupo sem resfriamento ( $36,51 \pm 1,51$  °C); 2) A perda de calor total de pintos de um dia encontrada no nascedouro foi equivalente a  $0,70 \text{ kcal h}^{-1}$ , enquanto que, na sala de vacinação, foi  $1,0 \text{ kcal h}^{-1}$ ; 3). Foi possível identificar o edema não visível na pata traseira do suíno. Os resultados mostraram a eficiência da termografia infravermelha, para identificar variações de temperatura superficial em animais de produção.

**Palavras-chaves:** temperatura radiante, estresse térmico, bem estar animal.

## ABSTRACT

The use of infrared thermography helps in the identification of distinct points where the radiant temperature differs due to the elevation or decrease in heat production, by changing the surface temperature and the heat transfer to the environment. The measurement of surface temperature or skin may be registered without interference in an individual's condition, and accurately in animals that have limited heat transfer, either feathers or fur. This work had as objective to analyze the use of infrared thermography in three separate experiments: 1) quantify the change in skin temperature in lactating sows subjected to adiabatic cooling, 2) calculate the loss of thermal load in hatchery chicks until you arrive at the farm of production and, 3) identify edema in swine. Thermographic images of animals were collected in study, using a thermal camera Testo® and generating images. The images were scanned from 10 points using the software IRSoft®. Were calculated averages of surface temperatures and submitted to Student's t test, with the reliability of 95. The results showed that 1) using thermal images identified the efficiency of use of adiabatic cooling, in which lactating sows in the afternoon showed a significant decrease in skin temperature ( $34.42 \pm 1.25^\circ \text{C}$ ), when compared to the group without cooling ( $36.51 \pm 1.51^\circ \text{C}$ ); 2) heat loss of chicks a day total heat loss found in the Hatcher was equivalent to  $0.70 \text{ kcal h}^{-1}$ , while that in the vaccination room was  $1.0 \text{ kcal h}^{-1}$ ; 3) it was possible to identify the non-visible on the hind limb edema. The results showed the efficiency of infrared thermography to identify variations in surface temperature of production animals.

**Keywords:** radiant temperature, thermal stress, animal welfare.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A suinocultura e avicultura brasileira apresentam um aumento expressivo nos volumes e valores produzidos e exportados, devido aos avanços tecnológicos e organizacionais obtidos na cadeia produtiva. O uso de tecnologias para medidas 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.

Termografia 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, com intensidade proporcional a sua temperatura. Assim, através do termovisor, fica 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).

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/conforto animal, e sistemas computacionais específicos foram desenvolvidos para o manuseio das variáveis ambientais e fisiológicas. A termografia infravermelha é um exemplo de ferramenta que pode ser utilizada para estudos dessas variáveis com precisão.

A dissertação encontra-se dividida em quatro capítulos. O Capítulo I apresenta uma breve revisão de literatura abordando aspectos relevantes da termografia infravermelha sobre o bem-estar de suínos e aves. O Capítulo II, redigido nas normas da Revista Agrarian, intitulado Efeito de Resfriamento Adiabático na Temperatura de Pele de Porcas em Lactação, e teve como objetivo avaliar por meio da temperatura da pele, o efeito do resfriamento

adiabático sobre o bem-estar de porcas lactantes. O Capítulo III, redigido nas normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola, intitulado Variação da Temperatura Superficial e Estimativa da Perda de Calor em Pintos de Um Dia no Incubatório, avaliou perda de calor sensível e incremento calórico em pintos de um dia. O Capítulo IV, redigido nas normas da Revista Agrarian, Intitulado Identificação de Edema em Suíno através de Imagem Termográfica, teve como objetivo a identificação precoce de afecções nos membros posteriores. Este trabalho tem por hipótese determinar se a termografia infravermelha pode ser uma ferramenta útil para tomada de decisão em sistema de produção de suínos e aves.

### **Objetivo Geral**

O presente trabalho teve como objetivo de estudar a viabilidade do uso de termografia infravermelha para tomada de decisão em sistema de produção animal.

### **Objetivos específicos**

- Estudar a variação da temperatura de pele em porcas lactantes expostas a diferentes ambientes de alojamento;
- Estudar a variação da temperatura superficial do ambiente de alojamento de frangos de corte;
- Identificar precocemente edema articular em membros posteriores de suíno.



**CAPÍTULO I**  
**REVISÃO DE LITERATURA**

## Revisão Bibliográfica

### 1. Medidas de temperatura

A temperatura de um sistema é uma medida do movimento aleatório das moléculas do sistema, associado à energia cinética molecular. 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).

A temperatura termodinâmica pode ser caracterizada como um indicador da quantidade de energia contida em um dado corpo e é habitualmente medida em escala relativa de graus Celsius (°C) ou graus Fahrenheit (°F). Segundo o Sistema de Unidades Internacional (SI), a temperatura deve ser medida em escala absoluta Kelvin (K) ou escala relativa graus Celsius (°C) (Halliday, 1996).

Desde o início do século XX, o homem vem tentando quantificar o ambiente térmico a que o animal é submetido, utilizando correlações nas quais são empregadas as variáveis: temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação. Em alguns casos, também são consideradas outras variáveis como a taxa metabólica, o tipo de isolamento, e outros.

Esses estudos tiveram início quando (Houghten & Yaglou, 1923) propuseram o Índice de Temperatura Efetiva – ITE, baseado na temperatura, umidade e velocidade do ar, usando humanos para comparar sensações térmicas instantâneas, experimentadas em diferentes ambientes. Do mesmo modo, diversos autores propuseram outros índices, como: o P4SR (Predicted Four Hour Sweat Rate) que é a estimativa da taxa de suor, por quatro horas (McArdle, 1947); Índice de Estresse Calórico (Belding & Hatch, 1955); Índice de Desconforto, mais tarde denominado Índice de Temperatura e Umidade – ITU (Thom, 1959); Índice de *Humiture* (Hevener, 1959) e o Índice de Temperatura Aparente (Steadman, 1979). Todavia, esses índices mencionados foram desenvolvidos, especificamente, para seres humanos. Souza *et al.* (2004), trabalhando com vacas leiteiras propuseram, com base no

Índice de Temperatura e Umidade, o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade – ITGU; Rosenberg *et al.* (1983) propuseram o Índice de Temperatura Baixa e Vento – ITBV e, a partir de estudos em câmaras climáticas, Marcheto *et al.* (2002) propôs o Índice de Temperatura.

Desses índices, o mais empregado até a década de 80 para avaliar o ambiente térmico animal foi o ITU e na década de 90, o ITGU; sendo que este último apresenta a vantagem de incorporar em um único valor, chamado de temperatura de globo negro, os efeitos da temperatura do ar, umidade, ventilação e radiação (Medeiros *et al.*, 2005).

### **1.1. Termômetros utilizados na prática**

Um termômetro é um aparelho usado para medir a temperatura ou as variações de temperatura. São vários os tipos de termômetros utilizados para medir temperatura. A seguir encontram-se alguns exemplos.

#### **➤ Termômetros de contato**

É um instrumento composto por uma substância que possua uma propriedade termométrica, isto é, uma propriedade que varia com a temperatura. Podem ser analógicos ou digitais. Geralmente contém os materiais álcool ou mercúrio como substância que se expande ou se contrai com a variação da temperatura.

O termômetro clínico é um termômetro de contato e formado por um tubo de vidro oco no qual é desenhada uma escala termométrica. No interior desse tubo existe outro tubo, muito fino, chamado de tubo capilar. O tubo capilar contém um líquido, em geral mercúrio (nos termômetros clínicos) ou álcool colorido (nos termômetros de parede usados para medir a temperatura ambiente). Quando colocamos a extremidade do termômetro clínico em contato com o corpo, o líquido no interior do tubo capilar se desloca de acordo com a temperatura do corpo, fazendo assim a leitura da temperatura na escala desenhada na parte externa.

➤ **Termopar**

Os termopares são dispositivos elétricos com aplicação para medição de temperatura. Podem medir uma vasta gama de temperaturas e podem ser substituídos sem introduzir erros relevantes. A sua maior limitação é a precisão, uma vez que erros inferiores a 1°C são difíceis de obter.

➤ **Termômetro de globo negro**

O termômetro de globo negro indica, por meio do valor de temperatura, os efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do ar, três importantes fatores que afetam o conforto térmico animal. Constitui meio prático de separar e determinar quantitativamente a componente energia radiante do ambiente, e tem seu uso já consolidado nas pesquisas atuais (Souza *et al.*, 2002).

## **2. Homeotermia e Termorregulação**

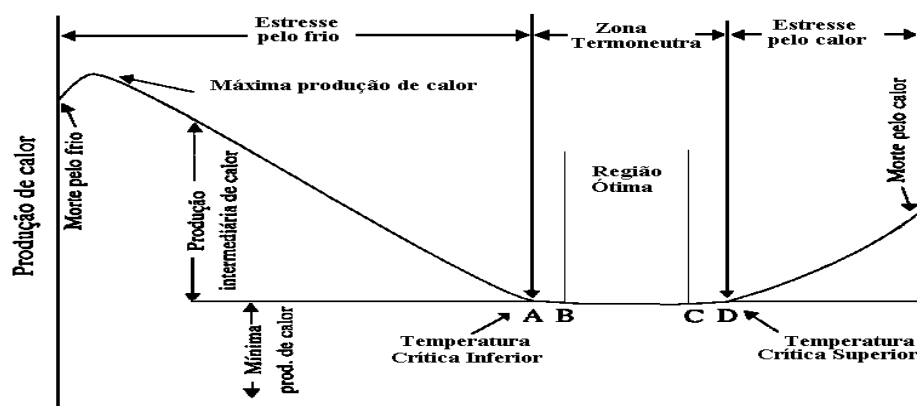
As interações entre o ambiente, o alojamento e o próprio animal são complexas e dinâmicas, como explicado por (Monteith & Unsworth, 2007), que observou que parte da resposta do animal ao ambiente é inerente ao estímulo imposto pelo próprio ambiente. Fica claro que, em seu ambiente natural, os animais já encontraram maneiras escapatistas para resolverem as suas adaptações, entretanto, em escala comercial de produção, muito há que se aprender entre as respostas comportamentais dos animais, ao enfrentarem ambientes inadequados, ou ainda agressivos à sua natureza.

O microclima gerado dentro de uma instalação é definido pela combinação de elementos como variáveis termodinâmicas do ar ambiente, chuva, luz, som, poluição, densidade animal, condições alimentares. Devido à homeotermia dos animais, sua temperatura corpórea interna é constante e analisando termodinamicamente, isto significa que, está em troca térmica contínua com o ambiente. Entretanto esse processo só se mostra eficiente quando a temperatura ambiental está dentro dos limites de termoneutralidade.

Dentro da região termoneutra, a energia ingerida pelo animal é quase totalmente utilizada para seu desenvolvimento, crescimento e produção (Freire, 2006).

A Figura 1 mostra a curva de produção de calor, *versus* temperatura ambiente, onde se pode identificar a faixa de termoneutralidade, que determina o mínimo de desperdício de energia. A posição desta faixa varia conforme a temperatura ambiente, tamanho do animal, manejo, aspectos nutricionais e estrutura física da instalação (Medeiros *et al.*, 2005).

A duração do estresse térmico pode ocasionar um fracasso no mecanismo fisiológico de termorregulação, numa tentativa de compensar os efeitos do estresse, podendo ocasionar desde decréscimo no ganho de peso, até a prostração e óbito (Borges *et al.*, 2003).



TA = Temperatura de conforto (mínimo calor metabólico produzido), TB = Temperatura crítica máxima, TC = Temperatura crítica mínima, TD = Temperatura de estresse térmico (máximo calor metabólico produzido), TE / TF = Temperatura onde a probabilidade do animal morrer é máxima

Figura 1. Produção de calor *versus* temperatura ambiente (Souza, 2002).

Quando o ambiente térmico do animal alojado está acima da zona de termoneutralidade, sua atividade física é diminuída, para que a produção de calor seja mínima. No caso das aves, essas passam a maior parte do tempo paradas, sentadas e com as asas abertas. Além disso, há uma vasodilatação periférica, onde sua crista e barbeta aumentam de tamanho, propiciando, desta forma, um mecanismo de perda de calor (Rutz, 1994). A umidade elevada é um fator que prejudica a liberação de calor através da

respiração de várias espécies animais, principalmente pela dificuldade de troca térmica úmida. Quando a temperatura ambiental atinge 25°C, a respiração das aves, por exemplo, torna-se mais ofegante e menos umidade será removida pelas vias aéreas (Rutz, 1994).

Quando submetidos a altas temperaturas, o ritmo respiratório dos animais se eleva, e como mecanismo de perda de calor, há a presença do ofego. No caso das aves, eliminam CO<sub>2</sub> em níveis significativos, que leva à alcalose respiratória, alterando o equilíbrio ácido-base, uma vez que este depende da relação entre ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) e o bicarbonato (HCO<sub>3</sub>) (Brossi *et al.*, 2009). Na prática há poucos estudos no mundo sobre as múltiplas respostas das aves ao ambiente, inclusive há resultados controversos quanto à reação de indivíduos ou grupos quando estão em frente a algum desafio fisiológico (Menezes, 2011; Estevez *et al.*, 1997).

## **2.1. Estresse térmico**

Expostas ao estresse calórico, os animais respondem com diminuição na ingestão de alimentos. A redução de consumo alimentar diminui os substratos metabólicos ou combustíveis disponíveis para o metabolismo, desta forma, reduzindo a produção de calor. (Belay & Teeter, 1993; Furlan *et al.*, 2006).

Rosário *et al.* (2004) constataram que o aumento na incidência de doenças metabólicas em aves, tais como ascite e morte súbita, atualmente tem sido relacionado mais com as flutuações da temperatura ambiente, do que com problemas de falta de ventilação adequada. Quando foram comparados o desempenho de frangos mantidos a temperaturas constantes de 21 a 22°C, e outros, à flutuações de 17 a 35°C, observou-se que os índices de produtividade foram melhores para os frangos mantidos em temperatura constante, o que foi associado a menor incidência de doenças respiratórias e síndromes. Torna-se então, de extrema importância o controle ambiental dos aviários, a fim de evitar o estresse ocasionado pelas flutuações de temperatura, comuns de ocorrer entre as estações como outono e

primavera, as quais aumentam a incidência de tais síndromes, que culminam em um incremento na taxa de mortalidade final, ocorrida nos lotes.

### 3. Termografia Infravermelho

Um termômetro infravermelho (também denominado de pirômetro óptico) é um dispositivo que mede temperatura sem contato com o corpo/meio do qual se pretende conhecer a temperatura (Figura 2).



Figura 2. Câmeras de detecção de imagens infravermelhas Testo®.

Enquanto a luz infravermelha é invisível ao olho humano, as câmeras termográficas infravermelhas têm como primordial função o trabalho de identificação de calor da superfície de um objeto e mostrar ao usuário informações sobre as temperaturas através de cores visíveis.

A termografia infravermelha vem assumindo, em nível experimental, papel cada vez mais relevante como método seguro, não invasivo e capaz de análise em diferentes áreas. Santos & Pereira (2010) utilizaram a termografia para avaliação das condições de funcionamento e desempenho de máquinas e equipamentos a partir do monitoramento do seu comportamento térmico. Oliveira Júnior (2010) utilizou a termografia na inspeção preditiva para prolongar a eficiência operacional dos sistemas e evitar prejuízos às empresas em

relação à antecipação do defeito. Moreira (2011) investigou a utilização da termografia em homens e mulheres em repouso.

Sendo caracterizada como uma das técnicas de inspeção, é chamada de: Técnicas de Manutenção Preditiva e definida por alguns (Louvain *et al.*, 2010; Ribeiro *et al.*, 2012) como uma atividade de monitoramento capaz de fornecer dados suficientes para uma análise de tendências. Atualmente tem aplicações em inúmeros setores; na indústria automobilística, indústria aeronáutica, indústria química, aplicações na engenharia civil, na produção animal e medicina.

### **3.1. Aplicações práticas da termografia infravermelha**

Na última década, trabalhos na área zootécnica têm sido desenvolvidos com o uso da termografia, como uma ferramenta para obter respostas térmicas (Phillips & Heath, 2001). Além de ser uma técnica não invasiva (Vercellino *et al.*, 2010), não expõe o animal a radiação (Hoogmoed & Snyder, 2002).

Ribeiro *et al.* (2009) utilizaram a termografia infravermelha em tempo real como método de avaliação da viabilidade do baço em modelo de esplenectomia parcial em porcos. Montanholi *et al.* (2008) estabeleceram a correlação das temperaturas superficiais de diferentes regiões do corpo de vacas em lactação com a produção de calor. Vercellino *et al.* (2010) fizeram o uso da termografia infravermelha para análise de trocas de calor de equinos em condições de treinamento.

Por meio de um sistema de termografia, Kotrbáček & 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°C e nos períodos posteriores da lactação, a temperatura localizou-se entre 37 e 38°C. As imagens termográficas



são úteis para prever o conforto térmico e as temperaturas superficiais são significativamente afetadas pela temperatura ambiente (Brown-Brandl *et al.*, 2003).

Usando termografia infravermelha, Reilly & 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. Ferreira *et al.* (2011) avaliaram a eficiência da câmera termográfica na detecção da variação de produção de calor metabólico de pintinhos alimentados com diferentes densidades energéticas, verificando que a termografia identificou efetivamente a atividade metabólica das aves.

Usando uma câmera infravermelha, Scolari *et al.* (2009) observaram as mudanças na temperatura da pele em porcas durante o estro. 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 aparecerem. Outros estudos utilizando câmeras termográficas provaram a existência de mudanças constantes na temperatura do casco em caprinos (D'Alterio *et al.*, 2011). Os autores sugerem que o método de termografia infravermelha pode efetivamente detectar os distúrbios na circulação sanguínea periférica.

Essa tecnologia tem sido utilizada de forma eficiente para monitorar a atividade metabólica de animais por meio da temperatura superficial, avaliando o fluxo de calor de forma quantitativa e qualitativa (Eddy *et al.*, 2001). Assim sendo, muitos trabalhos já foram realizados com animais de produção, a fim de estabelecer correlação das temperaturas

superficiais de diferentes regiões do corpo com a produção de calor. Essas informações apresentam grande importância para o entendimento sobre os processos termorregulatórios dos animais.

#### 4. Referências Bibliográficas

- 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.
- BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. Poultry Science, Champaign, v.72, n.2, p.116-124, 1993.
- BELDING, H.S.; HATCH, T.F. Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain. Heating, Piping and Air Conditioning, Cleaveland, v.3, n.27, 1955.
- BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 5, set-out, 2003.
- BROSSI, C.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J.; AMAZONAS, E.A.; MENTEN, J.F.M. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.4, p.1296-1305, jul, 2009.
- BROWN-BRANDL, T.M.; YANAGI, T. Jr.; XIN, H.; GATES, R.S.; BUCKLIN, R.A.; ROSS, G.S. A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry. Applied Engineering in Agriculture 19, 583-589.2003.
- D'ALTERIO G., CASELLA S., GATTO M., GIANESELLA M., PICCIONE G., MORGANTE M. Circadian rhythm of foot temperature assessed using infrared thermography in sheep. Czech Journal Animal Science, Prague, v.56, p. 293-300. 2011.
- EDDY, A.L.; HOOGMED, V.L.M.; SNYDER, J.R. The role of termography in the management of equine lameness. The Veterinary Journal, Davis, v. 162, p.172-181, 2001.

- ESTEVEZ, I.; NEWBERRY, R.C; REYNA , A. Broiler chickens – a tolerant social system? *Etologia.Cordoba*, v.5, p. 19-29. 1997.
- FERREIRA, V.M.O.S.; FRANCISCO, N.S.; BELLONI, M.; AGUIRRE, G.M.Z.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; GARCIA, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; POLYCARPO, G.V. Infrared termography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed ith different energy densities. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Campinas, v.13, n.2, p. 113-118, 2011.
- FREIRE. A. Instalações avícolas tradicionais em Cabo Verde: Condições abióticas vs produtividade. (Monografia). Instituto Superior de Educação – Universidade de Cabo Verde, 2006.
- FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Chapecó-SC, 2006.
- HALLIDAY, D. Física. v. 2. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos,1996.
- HEVENER, O.F. All about humiture. *Weatherwise*. Washington, v.12, n.5, p.83-85, 1959.
- HOOGMOED, L.M.; SNYDER, J.R. Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. *Veterinary Journal*. Davis, v. 164, p.129-141, 2002.
- HOUGHTEN, F.C.; YAGLOU, C.P. Determining lines of equal comfort. *ASAE Transaction*, St. Joseph, v.29, n.4, p.163-176, 1923.
- KOTRBACEK, V.; NAU, H.R. The Changes in skin temperatures of periparturient sows. *Acta Veterinaria*. Brno, v. 54, p.35-40, 1985.
- LOUVAIN, L.C.; CABRAL, L.G.; GOMES, K.R. Aplicação da Termografia na Manutenção preditiva. *Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense* v. 1, p. 109-112, 2010.

- MARCHETO, F.G.; NÄÄS, I.A., SALGADO, D. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema de free-stall. *Braz. J. vet. Res. anim. Sci.*, São Paulo, v.39, n.6, p. 320-323, 2002.
- MATIAS, J. *Mecatrônica Atual*. Ano 1, n° 3, p.36. São Paulo. Saber Ltda.2002.
- MCARDLE, B.; DUNHAM, W.; HOLLING, H.E.; LADELL, W.S.S; SCOTT, J.W.; THOMSON, M.L.; WEINER, J.S. The prediction of the physiological effects of warm and hot environments: the P4SR. London: Medical Research Council, 1947. 47p.
- MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, MG, v.13. n.4, 277-286, Out./Dez., 2005.
- MENEZES, P.C. Avaliação da qualidade de ovos de poedeiras comerciais em diferentes densidades populacionais. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.
- 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.468-475, 2008.
- MONTEITH, J.L. & UNSWORTH, M.H. *Principles of environmental physics*. New York: American Elsevier Publ. 3rd Edition, 2007.
- MOREIRA, D.G. Termografia Corporal em Repouso de Homens e Mulheres. Tese (Mestrado em Educação Física), Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- OLIVEIRA JÚNIOR, H. F. Uso da termografia na inspeção preditiva. *Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense* v. 1, p. 169-174, 2010.

- PHILLIPS, P.K.; HEATH, J.E. An infrared thermographic study of surface temperature in the euthermic woodchucks (*Marmota monax*). *Comparative Biochemistry and Physiology* Part A. v.129, p. 557-562, 2001.
- RAINWATER-LOVETT K., PACHECO J.M., PACKER C., RODRIGUEZ L.L. Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. *Veterinary Journal*, v.180, n.3, p. 317-24, 2009.
- REILLY, W. M., HARRISON, P. C. The efficacy of conductive heat transfer from foot of domestic fowl in a hot environment. *Poultry Science*. (Supplement 1): Urbana, 1988.
- RIBEIRO, H.D.W.; SILVA, G.A.P.; BRIOSCHI, M.L.; NASCIMENTO, A.J.; BIONDO-SIMÕES, M.L.P.; MATIAS, J.E.F. Termografia infravermelha em tempo real como método de avaliação da viabilidade do baço em modelo de esplenectomia parcial em porcos. *Rev. Col. Bras. Cir.* 36(5): 438-441, 2009.
- RIBEIRO, I.; SILVA JUNIOR, S.R.; DUARTE, P.H. Emprego da Termografia na inspeção preditiva. *Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense* v. 2, n. 1, p. 37-39, 2012.
- ROSARIO, M.F.; SILVA, M.A.N.; COELHO, A.A.D.; SAVINO, V.J.M. Síndrome ascítica em frangos de corte: uma revisão sobre a fisiologia, avaliação e perspectivas. *Ciência Rural*, v.34, n.6, nov-dez, 2004.
- ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. *Microclimate: the biological environment*. New York: Wiley-Interscience Publication, 1983. 495p. 110.
- RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico as aves. In: Conferência APINCO, *Ciência e Tecnologia Avícola*, 1994, Santos. Anais...Santos:FACTA, 1994, p.99-110.
- SANTOS, G. L.; PEREIRA, J. A. Utilização da Análise de Componentes Principais em Termografia. *SABER ACADÊMICO* - n ° 10 - Dez. 2010.

- SCOLARI S., EVANS R., KNOX R., TAMASSIA M., CLARK S. Determination of the relationship between vulvar skin temperatures and time of ovulation in swine using digital infrared thermography. *Reproduction and Fertility, Urbana*, v. 22, p. 178–178, 2009.
- SOUZA, C.F., TINÔCO, I.F.F., BAÊTA, F.C., FERREIRA, W.P.M., SILVA, R.S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v.26, n.1, p.157-164, jan./fev., 2002.
- SOUZA, P. Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno. *Campinas: Universidade Estadual de Campinas*, 2002. 117p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola).
- SOUZA, S.R.L.; NÄÄS, I.A.; MARCHETO, F.G.; SALGADO, D.D. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.8, n.2/3, p.299-303, 2004.
- STEADMAN, R.G. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology, Boston*, v. 18, n.7, p.861-873, 1979.
- THOM, E.C. The discomfort index. *Weatherwise, Washington*, v.12, n.2, p.57-60, 1959.
- 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 eqüinos em condições de treinamento. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Salvador*, 2010. CR-Rom, Salvador, 2010.

**CAPÍTULO II**  
**TEMPERATURA SUPERFICIAL DE PORCAS EM LACTAÇÃO SUBMETIDAS AO**  
**RESFRIAMENTO ADIABÁTICO**

Artigo redigido de acordo com as normas da Revista Agrarian



## **TEMPERATURA SUPERFICIAL DE PORCAS EM LACTAÇÃO SUBMETIDAS AO RESFRIAMENTO ADIABÁTICO**

### **Resumo**

O estudo do ganho ou perda de calor da superfície da pele é de grande significado no desenvolvimento do ambiente ótimo para maximizar o desempenho dos animais. Objetivou-se por meio desse trabalho avaliar a temperatura superficial de porcas lactantes, submetidas a duas formas de ventilação: T1, ventilação natural (VN) e T2, resfriamento adiabático (RA). A coleta de dados foi realizada em uma granja comercial de suínos, localizada no município de Holambra. As temperaturas de pele foram registradas utilizando a câmera termográfica Testo®, nos períodos da manhã e da tarde, em cinco dias escolhidos aleatoriamente. Foram calculadas as médias dos 12 pontos por animal e utilizado o teste t-Student com confiabilidade de 95%, para analisar os dados. No período da manhã não houve diferença estatística entre os tratamentos, apresentando diferença estatística somente entre as médias no período da tarde ( $36,51 \pm 1,51$  e  $34,42 \pm 1,25$ ). O resfriamento adiabático é eficiente em melhorar o conforto térmico para porcas em lactação nos períodos mais quente do dia.

Palavras chaves: suínos, bem estar animal, conforto térmico.

## **SURFACE TEMPERATURE OF LACTATING SOWS EXPOSED TO ADIABATIC COOLING**

### **Abstract**

The study of heat gain or loss from the surface of the skin is of great significance in the development of the optimal environment to maximize the performance of the animals. The aim through this work to evaluate the surface temperature of lactating sows, with two forms of ventilation: T1, natural ventilation system (NV) and T2, adiabatic cooling system

(AC). Data collection was conducted in a commercial farm, located in the municipality of Holambra. Skin temperatures were recorded using the Thermographic camera Testo ®. Surface temperatures were collected during the morning and afternoon, in five days chosen at random according to the treatments. Were calculated averages of 12 points per animal and used the Student's t test with reliability of 95, to analyze the data. In the mornings there was no statistical difference between the treatments. Showing statistically significant differences only between the averages in the afternoon ( $36.51 \pm 1.51$ st;  $1 \pm 34.42$ , 25b); reflecting in a lower thermal stress in animals.

Keywords: swine, animal welfare, thermal comfort.

## **Introdução**

O suíno é um exemplo de animal cujo conforto vem sendo alterado pela intensificação da produção, caracterizada pela restrição de espaço, movimentação e interação social (Putten, 1989), o que traz como consequência secundária o detrimento de seu conforto térmico, assim como da sua produtividade (English & Edwards, 1992). A determinação das exigências de bem-estar animal em relação à saúde e à rentabilidade da produção, constitui um grande desafio para a simplificação do manejo, redução dos custos e aumento da produtividade. Outros fatores do ambiente onde o animal está inserido agem em conjunto, ou seja, a temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, presença de gases e poeira têm efeitos diretos sobre o bem-estar e, conseqüentemente, sobre a produção animal.

Os suínos perdem calor principalmente pelos processos sensíveis, condução, convecção e radiação. Quando submetidos ao estresse calórico inicia-se o aumento das perdas evaporativas para compensar a redução das perdas sensíveis de calor. No Brasil, em função das altas temperaturas que predominam em grande parte do ano, a perda por evaporação da

água por meio do trato respiratório é a forma mais efetiva de perda de calor, uma vez que os suínos possuem poucas glândulas sudoríparas funcionais (Rutz, 1994).

O resfriamento adiabático funciona com base em um processo isoentálpico (processo que ocorre com entalpias iguais), através da cessão do calor sensível contido no ar em contato com a superfície líquida. O resfriamento adiabático tem sido utilizado amplamente em criação de suínos e aves, como forma de resfriar o ambiente de alojamento (Tinoco *et al.*, 2002; Romanini *et al.*, 2008; Barbari & Conti, 2009).

A termografia infravermelha tem sido uma ferramenta utilizada com sucesso, para estimar a temperatura superficial de várias espécies (Kotrba *et al.*, 2007; Montanholi *et al.*, 2008). O sensor de uma câmara termográfica permite que a energia de radiação ser convertida em um sinal elétrico, sendo posteriormente transformado para a forma digital, cujos valores representam as temperaturas de pontos particulares da imagem. As cores da escala são então atribuídas a esses pontos (pixels) e, desta forma, é desenvolvido um mapa de distribuição de temperatura no objeto em estudo (termograma). Uma vez que a quantidade de energia libertada pelos organismos é uma função da sua temperatura, os termogramas são representações quantitativas da temperatura da superfície dos objetos estudados (Kulesza & Kaczorowski, 2004).

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a variação da temperatura da pele de porcas lactantes, expostas a resfriamento adiabático no alojamento, utilizando termografia infravermelha como instrumento de aferição da temperatura superficial.

## **Material e Métodos**

A coleta de dados foi realizada em uma granja comercial de suínos, localizada no município de Holambra, na latitude 22° 37' 59" S, longitude 47° 03' 20" O e a altitude média de 610 m. A classificação climática segundo Köppen é o Cwa (Clima temperado úmido com

inverno seco e verão quente), que abrange toda parte central do estado de São Paulo, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22° C.

Foram utilizadas 20 fêmeas suínas multíparas de linhagem comercial, alojadas individualmente nas gaiolas do galpão de maternidade. O experimento teve início no dia do parto e se estendeu durante o período de lactação de 21 dias, até o desmame dos leitões. As matrizes receberam dieta comercial utilizada na granja e água *ad libitum*.

As porcas foram distribuídas em dois tratamentos de 10 animais cada, sendo cada porca considerada uma unidade experimental, submetidas a duas formas de ventilação: T1, ventilação natural (VN), onde havia apenas as aberturas de paredes laterais e T2, com ventilação resfriada direcionada acima das cabeças das porcas, chamada de resfriamento adiabático (RA).

O sistema de resfriamento adiabático/evaporativo foi instalado na extremidade do galpão da maternidade, composto por placas de filtro adiabático tipo colmeia, com ampla superfície úmida, distribuída a partir de um reservatório de água e um sistema de circulação e distribuição de água, onde se dá a retirada do calor sensível, um ventilador axial. Todo este sistema estava contido em um gabinete metálico, de onde partia um sistema de dutos com saídas individuais (8 cm de diâmetro) para a parte superior das gaiolas da maternidade.

Os animais foram distribuídos ao acaso no mesmo galpão em gaiolas alternadas, 10 porcas receberam a ventilação refrigerada e 10 porcas receberam a ventilação natural. Para o tratamento de ventilação natural, a saída de ar dos tubos foi fechada com uma tampa plástica, impossibilitando o ar mais frio, de circular sobre as porcas. O sistema de resfriamento foi acionado, quando a temperatura ambiente chegava a 23°C.

As temperaturas de pele foram registradas utilizando a câmera termográfica Testo®. Foram obtidas imagens termográficas cobrindo toda a extensão do animal (cabeça, dorso, região lombar, glândulas mamárias e pernil). As temperaturas superficiais foram registradas

nos períodos da manhã (entre 07h:00min e 09h:00min) e da tarde (entre 15h:00min e 17h:00min), em cinco dias escolhidos aleatoriamente. As imagens foram processadas usando o software IRSoft da Testo<sup>®</sup>, a partir de 12 pontos selecionados aleatoriamente. A emissividade adotada foi de 0,95 (Montanholi *et al.*, 2008).

Foram calculadas as médias dos 12 pontos por animal (Figura 1). Foi utilizado o teste t-Student com confiabilidade de 95%, para analisar os dados.

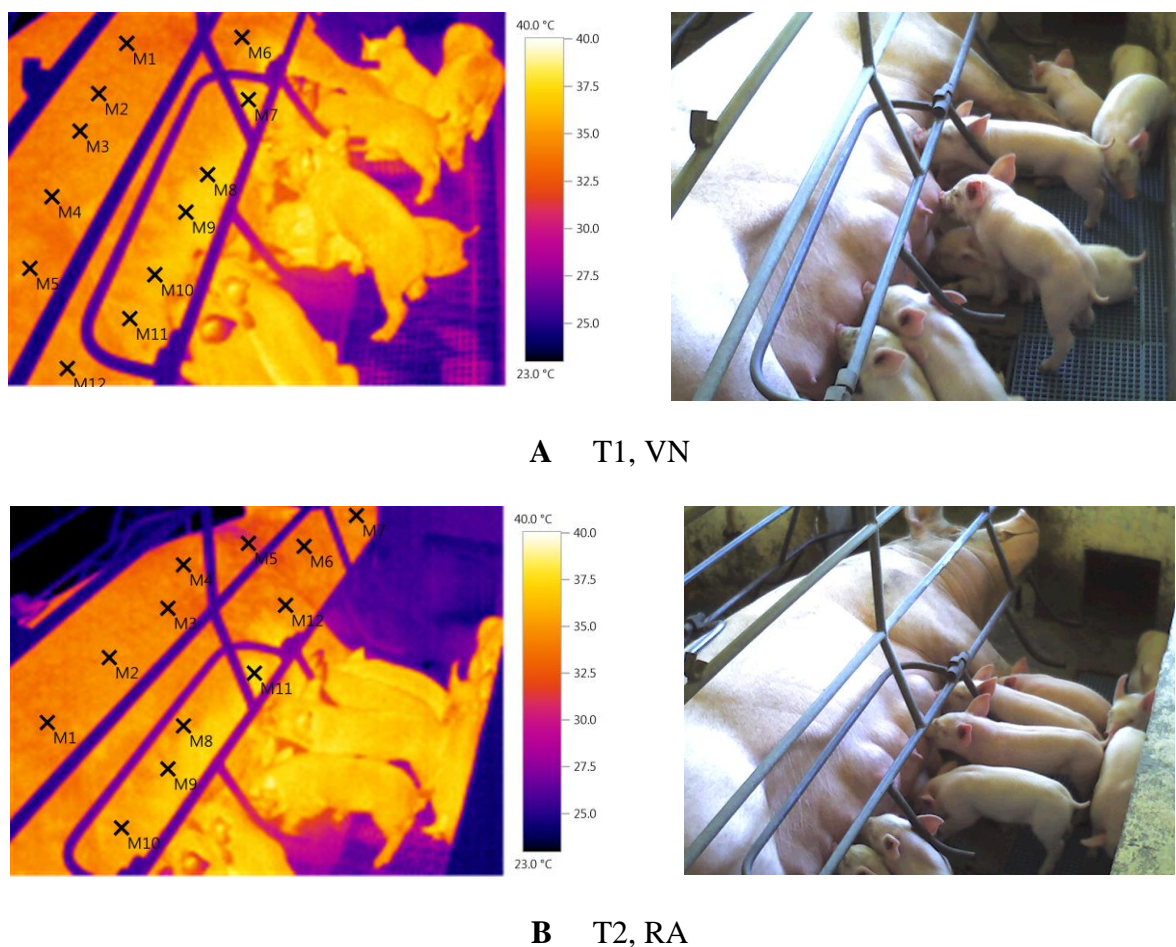


Figura 1. Imagens termográficas das temperaturas superficiais de matrizes, de acordo com o sistema de ventilação natural (a) ou resfriamento evaporativo (b).

## Resultados e Discussão

Não houve efeito do tratamento sobre temperatura superficial das porcas na parte da manhã ( $P \geq 0,05$ ), entretanto, na parte da tarde foi observada redução na temperatura superficial das porcas submetidas ao resfriamento adiabático ( $P \leq 0,05$ ; Tabela 1). O estresse

calórico de ambientes com temperaturas elevadas é agravado pela produção de calor endógeno, especialmente na fase de lactação, exigindo uma dissipação adicional. Nesta situação, as fêmeas passam a apresentar respiração superficial (curta) e pouco eficiente para dissipar o calor interno, em virtude do menor tempo disponível para a saturação do ar expirado (Fehr *et al.*, 1983; Tolon & Nääs, 2005).

Tabela 1. Médias das temperaturas superficiais de porcas lactantes nos períodos manhã e tarde, submetidas a ambiente com ventilação natural (VN) ou resfriamento adiabático (RA).

<b>Temperaturas superficiais por tratamento (°C)</b>		
<b>Período</b>	<b>VN</b>	<b>RA</b>
Manhã	31,68 ± 1,73*	31,94 ± 8,78*
Tarde	36,51 ± 1,51 <sup>a</sup>	34,42 ± 1,25 <sup>b</sup>

a, b – Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa (P<0,05).

\* = Não significativo (P>0,05).

Com o resfriamento adiabático, o ar mais frio que o ambiente é direcionado na cabeça da porca lactante, provavelmente influenciando a sensação térmica do animal. Em nenhum dos tratamentos a amplitude térmica ao longo do dia foi superior à faixa de 5 a 8 °C (Tabela 1). Noblet & Le Dividich (1982) observaram que a eficiência de utilização da energia metabolizável pelos leitões se reduz linearmente com o aumento da temperatura ambiental e, referindo-se a um trabalho de Close (1971), relatam que essa eficiência decresce 0,8% para cada grau de aumento da temperatura ambiente em relação à temperatura crítica do animal.

A temperatura superficial na pele das porcas apresentou uma queda no período vespertino, provavelmente devido ao decréscimo do fluxo sanguíneo dos vasos capilares da epiderme. Observa-se que a variação foi de cerca de 2 °C na pele das porcas do tratamento RA, enquanto no tratamento VN foi de 5 °C entre os períodos da manhã e tarde (Figura 2), concordando com Curtis (1983) ao sugerir que 8°C é o limite de flutuação de temperatura.

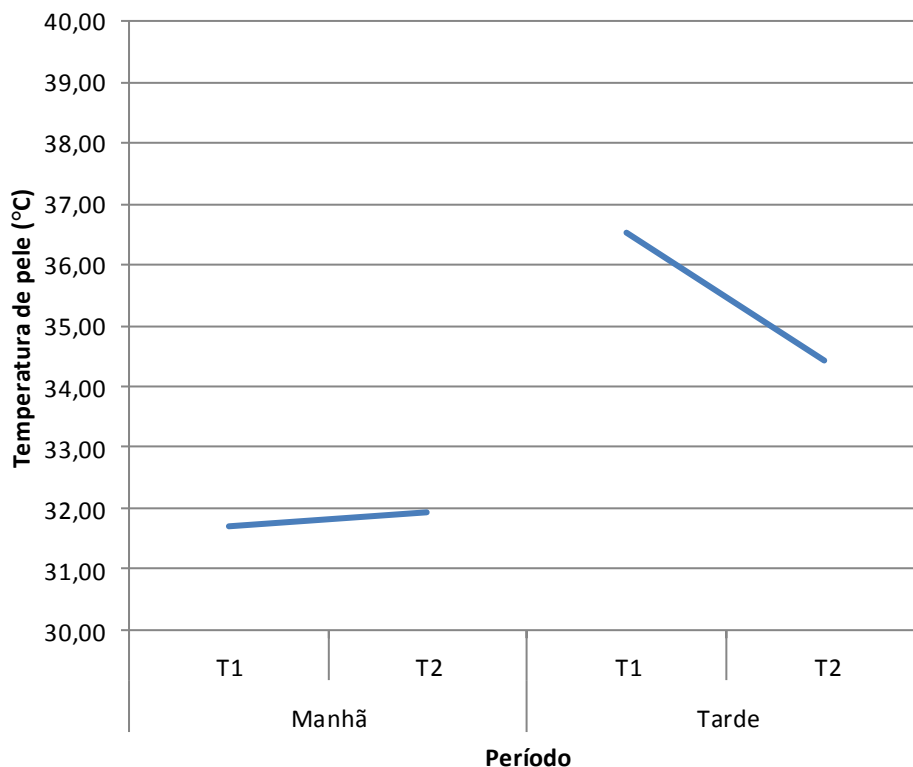


Figura 2. Efeito da ventilação natural (VN) e resfriamento adiabático (RA) na temperatura de pele de porcas lactantes nos períodos de manhã e tarde.

Avaliando a temperatura superficial de porcas lactantes alojadas em ambiente com ou sem resfriamento do piso, Silva (2009) concluiu que as maiores temperaturas superficiais observadas devem-se ao aumento na circulação sanguínea periférica como forma de dissipar o calor corporal. Estes resultados corroboram com o presente trabalho, que encontrou decréscimo de temperatura superficial quando houve a ventilação resfriada direcionada às porcas.

Barbari & Conti (2009) encontraram benefícios no bem-estar de porcas gestantes submetidas a algum tipo de resfriamento, quando a temperatura ambiente ultrapassou 30 °C. Já Huynh *et al.* (2006) encontraram efeito positivo do uso de resfriamento adiabático em suínos em terminação, sob condições de alojamento em clima tropical, reforçando os

benefícios deste recurso reportados por outros autores (Fehr *et al.*, 1983; Tolon & Nääs, 2005; Romanini *et al.*, 2008).

### **Conclusão**

O uso de resfriamento adiabático utilizado foi eficiente em reduzir a temperatura superficial da pele nos períodos mais quentes do dia, o que pode ser comprovado com o uso de imagens termográficas.

### **Referências Bibliográficas**

BARBARI, M., CONTI, L. Use of different cooling systems by pregnant sows in experimental pen. *Biosystems Engineering*, v. 103, n. 2, p. 239–244, 2009.

CLOSE, W. H.; MOUNT, L.E.; START, I. B. The influence of environmental temperature and plane of nutrition on heat losses from groups of growing pigs. *Animal Production*, v.13: p.285-294. 1971.

CURTIS, S. E. *Environmental management in animal agriculture*. : Des Moines: Iowa State University Press, 1983.

ENGLISH, P.R.; EDWARDS, S.A. Animal welfare. In: LEMAN, A.D.; STRAW, B.E.; MENGELING, W.L. *Disease of swine* .7th ed. Ames: The Iowa State University, p.901-8, 1992.

FEHR, R. L.; PRIDDY, K. T.; Mc NEILL, H. C. Limiting swine stress with evaporative cooling in the Southeast. *Transaction of the ASAE*, v. 26, n.2, p. 542-545, 1983.

HUYNH, T. T. T., AARNINK, A.J.A. , TRUONG, C.T. , KEMP, B., VERSTEGEN, M.W.A. Effects of tropical climate and water cooling methods on growing pigs' responses. *Livestock Science*, v. 104, n.3, p. 278-291, 2006.



KOTRBA, R., KNÍZKOVÁ, I., KUNC, P., BARTOS, L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, v. 32, p. 355–359, 2007.

KULESZA O., KACZOROWSKI M. Thermography and its practical use in equine diagnostics and treatment. *Medwet.*, v.60, n.11, p. 1143 – 1146, 2004.

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 of 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*, v. 33, n. 8, p. 468–475, 2008.

NOBLET, J.; LE DIVIDICH, J. Effect of environmental temperature and feeding levels on energy balance traits of early-weaned piglets. *Livestock Production Science*, v. 9, p. 619-632. 1982.

PUTTEN G.V. The pig: model for discussing animal behavior and welfare. *Applied Animal Behavior Science*, v.22, p. 115-28, 1989.

ROMANINI, C. E. B.; TOLON, Y. B.; NAAS, I. A.; MOURA, D. J. Physiological and productive responses of environmental control on housed sows. *Scientia Agricola*, v.65, n.4, p. 335-339, 2008.

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico as aves. In: Conferência APINCO, Ciência e Tecnologia Avícola, 1994, Santos. Anais...Santos:FACTA, 1994, p.99-110.

SILVA B.A.N; OLIVEIRA R.F; DONZELE J.L; FERNANDES H.C, LIMA A.L,RENAUDEAU D; NOBLET J. Effect of floor cooling and dietary amino acids content

on performance and behaviour of lactating primiparous sows during summer. *Livestock Science*, v. 105, p. 25–34. 2009.

TINOCO, I. F. F.; FIGUEIREDO, J. L. A.; SANTOS, R. C.; PAULO, M. O.; VIGODERIS, R. B.; PUGLIESI, N. L. Avaliação de materiais alternativos utilizados na confecção de placas porosas para sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, v.6, n.1, p. 147-150, 2002.

TOLON Y.B; NÄÄS, I.A. Avaliação de tipos de ventilação em maternidade de suínos, *Engenharia Agrícola*, v.25, n.3,p.565-574, set./dez. 2005.

**CAPÍTULO III**  
**VARIAÇÃO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL E ESTIMATIVA DE PERDA DE**  
**CALOR EM PINTOS DE UM DIA NO INCUBATÓRIO**

Artigo redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola

## VARIAÇÃO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL E ESTIMATIVA DA PERDA DE CALOR EM PINTOS DE UM DIA NO INCUBATÓRIO

### Resumo

Para atender a demanda do mercado e obter um bom desempenho zootécnico é preciso superar os múltiplos fatores inerentes ao incubatório. Com esta pesquisa objetivou-se calcular a perda de calor sensível em pintos de um dia, dentro de incubatório, durante o traslado do nascedouro até a sala de vacinação. Foram utilizadas imagens termográficas para o cálculo da temperatura superficial das aves. Foram calculadas a temperatura superficial de diversas áreas da ave aos dois ambientes e medidas a temperatura ambiental e a velocidade do ar. A perda total de calor sensível foi calculada como a soma da perda de calor por radiação e por convecção. Nos resultados observou-se que a transferência de calor se dá de formas distintas nas várias partes do corpo da ave, sendo que a perda de calor total encontrada no nascedouro foi equivalente a  $0,70 \text{ kcal h}^{-1}$  e na sala de vacinação de  $1,0 \text{ kcal h}^{-1}$ . O conhecimento desses valores pode facilitar a estratégia de arraçamento de pintinhos na primeira semana de alojamento em granjas de frangos de corte.

**Palavras chaves:** calor sensível, pós-eclosão, termografia.

## VARIATION OF SURFACE TEMPERATURE AND ESTIMATE ON HEAT LOSS IN ONE DAY CHICK INSIDE THE INCUBATOR

### Abstract

To meet the market demand and meet a good growth performance is necessary to overcome the multiple factors inherent to the hatchery. This research aimed to calculate the sensible heat loss in one day old pullet during the transport from the chick room to the vaccination room. Thermo graphic images were used for calculating the superficial temperature of the birds. The bird's areas of exposition of the two ambient were quantified and both temperature and air velocity were measured. Sensible heat loss was calculated as the heat loss by radiation plus the heat loss by convection. It was found that heat transfer occurs

in distinct ways in the various parts of the bird's body. The total heat loss found in the chick room was equivalent to  $0.7 \text{ kcal h}^{-1}$ , while in the vaccination room it was  $1.0 \text{ kcal h}^{-1}$ . The knowledge of these values may improve broiler farm feeding strategies during the first week of rearing.

**Keywords:** heat sensitive, post-hatching, thermography.

## **Introdução**

Os pintos recém-nascidos são sensíveis à variação de temperatura e agressões de microrganismos, sendo que devem ficar na sala de pintos o menor tempo possível, pois os sintomas de desidratação aparecem 72 horas após o nascimento, desde que não estejam alojados recebendo alimento e água (Marques, 1994). Porém, existem múltiplos fatores inerentes às atividades do incubatório como: manejo e estocagem dos ovos, manejo de incubadora, nascedouros e condições de manejo do nascimento até a entrega dos pintos na granja que requerem uma série de cuidados e que precisam ser conhecidos para que se possa padronizá-los dentro do sistema de controle, que permita modificações quando for preciso, para manter a qualidade dos pintinhos de um dia (Cardoso, 2009).

Os resultados produtivos como: consumo de alimento, ganho de peso e conversão alimentar sofrem influência do ambiente térmico onde se encontram as aves, devido às trocas de energia entre o animal e o meio (Medeiros, 2005). Para que o ganho de peso e a eficiência produtiva sejam ideais, os pintos devem ser submetidos a ambientes com ótima faixa de termoneutralidade, ou seja, com temperatura e umidade relativa dentro das faixas recomendadas (Cordeiro *et al.*, 2010). Quando submetidas a estresse ou desconfortos, do incubatório ao transporte à granja, poderão ficar debilitadas ou até mesmo doentes. Acarretando em diminuição nos índices de produtividade e conseqüentemente na diminuição dos lucros de avicultores e empresas do ramo (Camargo, 2011).

Esta pesquisa teve como objetivo calcular com precisão por meio de imagens termográficas a variação da temperatura superficial corpórea e estimar a perda de calor sensível em pintinhos de um dia no nascedouro e na sala de vacinação, de um incubatório comercial.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido em incubatório comercial situado no município de Amparo, SP (latitude 22° 42' 04" S, longitude 46° 45' 52" O e altitude de 674m). Durante os meses de janeiro e fevereiro. A classificação climática segundo Köppen é o Cwa (Clima temperado úmido com inverno seco e verão quente), que abrange toda parte central do estado de São Paulo, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22° C. Foram escolhidas aleatoriamente, em uma caixa com 100 pintos de primeira qualidade, 10 aves no nascedouro do incubatório de estágio múltiplo. Foi captada uma imagem termográfica utilizando a câmera termográfica Testo® 880, do conjunto de aves (Figura 1A), cuja homogeneidade do lote foi constatada a partir do perfil de distribuição da temperatura superficial geral das aves (Figura 1B), obtido pelo software Testo IRSoft®.

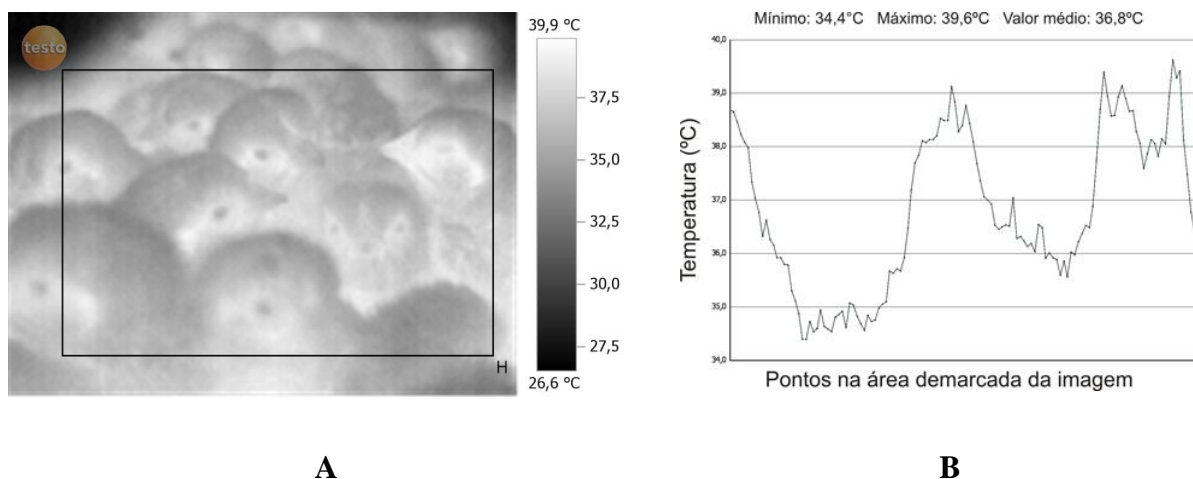


Figura 1. Imagem termográfica da caixa de pintinhos recém nascidos (A) e a distribuição da temperatura superficial das aves em conjunto (B).

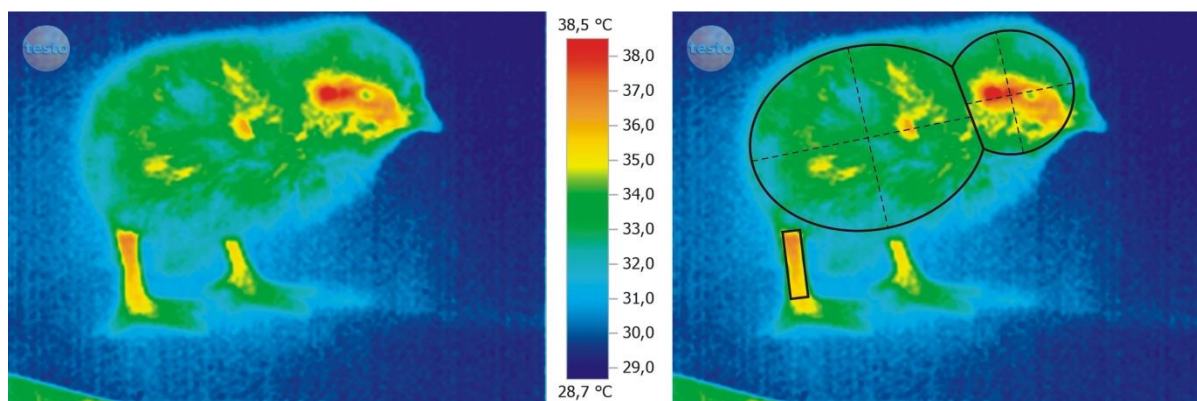
Após a seleção de 10 aves, estas foram acompanhadas desde o nascedouro até a sala de vacinação. Em ambos locais foram captadas imagens termográficas infravermelhas do perfil destas (Figura 2). Com o *software* TESTO IRSoft<sup>®</sup> foram selecionados dez pontos na imagem termográfica em cada parte (cabeça, corpo e pernas) e calculado a variação da temperatura superficial nos dois ambientes. Para a estimativa de perda de calor, o cálculo da área superficial foi feito a partir das formas geométricas que mais representavam as seguintes partes em 3D: cabeça (esfera), corpo (oval) e perna (parede lateral de cilindro), esquematizado na Figura 2. Foram medidas a temperatura ambiente e a velocidade do ar usando o *data logger* HTA<sup>®</sup>.

A perda de calor total sensível (Qst) foi considerada como sendo a somatória das perdas de calor por radiação (Qr) e convecção (Qc), segundo Yahav *et al.* (2004), que não consideram significativa a perda de calor por condução. Qr e Qc foram calculadas usando as Equações 1 e 2 (Meijerhof & Van Beek, 1993; Yahav *et al.*, 2004).

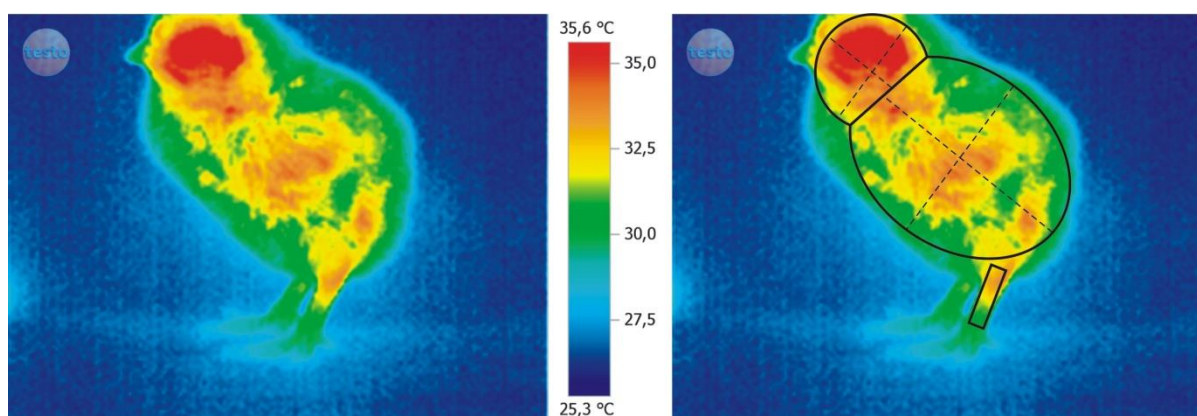
$$Q_r = \varepsilon \sigma A (T_s^4 - T_a^4) \quad \text{Eq.1}$$

$$Q_c = hA(T_s - T_a) \quad \text{Eq. 2}$$

onde: Qr = perda de calor por radiação (W), Qc = perda de calor por convecção (W),  $\varepsilon$  = emissividade de tecido biológico,  $\sigma$  = constante de Stefan Boltzmann ( $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ), h = coeficiente convectivo ( $15 \text{ W m}^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$ ), A = área superficial da ave (m), Ts = temperatura superficial da ave ( $^\circ\text{C}$ ) e Ta = temperatura do ar ( $^\circ\text{C}$ ).



A



B

Figura 2. Imagem termográfica da ave no nascedouro (A) e na sala de vacinação (B) e esquema de determinação da área superficial da ave.

Foram calculadas as perdas de calor separadamente, da cabeça, do corpo e das pernas obtendo-se os valores separadamente para os dois ambientes.

### Resultados e Discussão

Considerando a temperatura ambiente do nascedouro de  $28,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o valor total de perda de calor sensível no nascedouro foi de  $0,81 \pm 0,1\text{ W}$ , enquanto na sala de vacinação, com temperatura ambiente de  $25,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a perda de calor total foi de  $1,16 \pm 0,1\text{ W}$ .

A vacinação no incubatório é obrigatória contra a doença de Marek. Entretanto, a maioria dos pintos de corte é vacinada contra a doença de Gumboro e Bouba Aviária em



regiões de epidêmicas (Muraroli, 2006). Estas doenças são graves quando acometem as aves, o que leva a necessidade de uma vacinação precoce, para que os pintinhos desenvolvam imunidade (Mateus & Santos, 2011). O sucesso da atividade envolve as condições de manejo e o impacto das pressões impostas pelo microambiente aos ovos férteis e os pintos recém-nascidos, associados a fatores biológicos e físicos.

As diversas regiões corporais das aves podem contribuir, de maneira distinta, no balanço de calor corporal podendo, ainda, ser feita a classificação de regiões consideradas vasoregulatórias conservadoras como, por exemplo, as regiões cobertas por penas e as regiões desprovidas de penas, que têm maior contribuição nas trocas entre a superfície corpórea e o ambiente circundante (Shinder *et al.*, 2007). Tessier *et al.* (2003) acompanharam a variação da temperatura da pele da ave durante o dia e em função da idade. A temperatura da pele de uma ave empenada variou mais do que 5 °C quando exposta a temperaturas ambientes de 20 a 40 °C; entretanto, a temperatura superficial de determinadas partes do corpo, como crista, canela e pé, variou até 20 °C e apresentou grandes variações em condições ambientais constantes.

No presente estudo, notou-se que a perda total de calor sensível ocorreu de maneira diferenciada nas diversas partes estudadas da ave (Figura 3). No nascedouro, a maior perda proporcional ocorreu nas pernas (129,2 W m<sup>-2</sup>), enquanto que, na sala de vacinação, a maior perda ocorreu na cabeça (176,8 W m<sup>-2</sup>), provavelmente devido ao processo inflamatório decorrente da vacina. Além disso, a temperatura na sala de vacinação foi menor, aumentando proporcionalmente a perda total de calor sensível da ave (Neves *et al.*, 2009).

Considerando a contribuição de cada parte do corpo da ave, para a perda de calor sensível total, o corpo (parte central) colaborou com quase a totalidade da perda (99,5%), devido a sua superior dimensão.

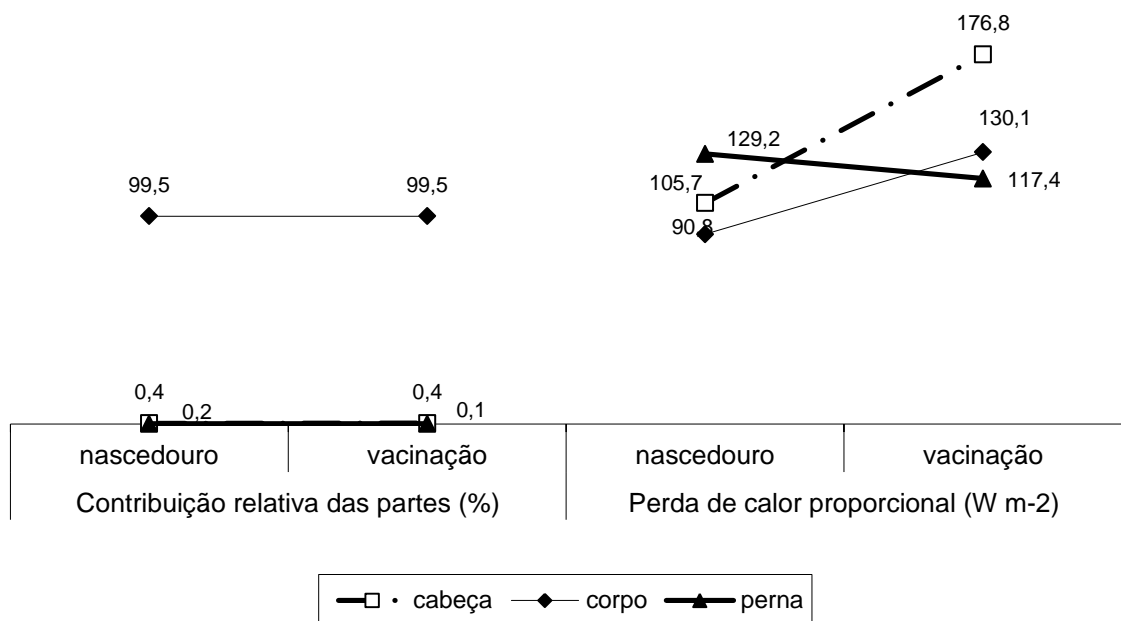


Figura 3. Contribuição para a perda de calor da ave e perda de calor sensível total relativa (cabeça, corpo e pernas) nos dois ambientes estudados.

A perda de calor total no nascedouro foi equivalente a  $0,70 \text{ kcal h}^{-1}$ , enquanto que na sala de vacinação, foi  $1,0 \text{ kcal h}^{-1}$ . O efeito desses valores em um tempo de traslado muito longo, desde o nascedouro até a granja, pode ser prejudicial à ave. A quantificação de perda de calor em aves foi apresentada por Yahav *et al.* (2004), que encontraram respostas fisiológicas importantes, quando o desequilíbrio térmico e metabólico são afetados. Hoje, o cálculo de perda de calor é representado por um valor médio de  $0,2 \text{ kcal h}^{-1}$ , sendo fornecida na chegada à granja, ração pré-inicial com 3.000 kcal de energia metabolizável por kg de ração na primeira semana, para compensar eventuais perdas energéticas.

As substâncias contidas no saco vitelino são absorvidas diretamente pela membrana do saco vitelino e esta absorção se dá por fagocitose não específica. Também pode ser absorvida pelo epitélio do saco vitelino ou pela mucosa intestinal, onde o último é o menos importante dos três (Almeida *et al.*, 2003). Os nutrientes respondem por 50% da energia e 43% da proteína requerida. Vieira (2004), sendo que 80% do total de gordura presente no saco vitelino é utilizada no primeiro dia, enquanto a proteína é de utilização mais lenta

(Nitsan *et al.*, 1991), quanto maior a gema maior a quantidade de IgG disponível para o pinto. Se o pinto de corte for alojado em local mais próximo ao incubatório, receberá uma quantidade de energia igual a outro, que tenha um traslado maior.

A estimativa de perda de calor mais precisa, durante o traslado de pintinhos após o nascimento, possibilita dimensionar com maior acurácia, o valor de energia metabolizável que é requerida pela ave, nos primeiros dias de vida, em função do tempo de traslado desde o nascedouro (Shinder *et al.*, 2007). O estudo da termografia torna-se importante, pois as formas mais eficientes de troca de calor das aves com o ambiente nas primeiras semanas de vida correspondem às formas sensíveis (radiação, condução e convecção). Quando adultas, as formas sensíveis de transferência de calor deixam de ser eficientes tornando a forma de transferência de calor latente (evaporação) mais eficiente (Yahav *et al.*, 2004). Esses resultados podem permitir uma estratégia mais precisa de arração nas primeiras semanas de alojamento na granja.

## **Conclusão**

O uso de imagens termográficas permitiu maior acuracidade nas medidas de perdas de calor sensível em pintinhos de um dia, demonstrando variações nas perdas de calor sensível nas diversas partes do corpo da ave, bem como nos dois ambientes avaliados.

## Referências

ALMEIDA, J. G.; FARIA FILHO, D. E.; DAHLE, F.; MAIORKA, A.; MACARI, M.; FURLAN, R. L. Efeito da idade da matriz e do tempo de jejum entre o nascimento e o alojamento sobre a absorção do saco vitelino. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 5 (supl.), n. 1, p. 93, 2003.

CAMARGO, J.R. Ambiência pré-porteira: o tempo de espera no incubatório e sua influência sobre o desempenho inicial de frangos de corte. Dissertação (Mestrado). ESALQ – Universidade de São Paulo, 2011.

CARDOSO A.L.S.P.. Avaliação da qualidade sanitária de incubatório por meio de placas de sedimentação. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.76, n.2, p.279-283, abr./jun., 2009.

CORDEIRO MB, TINÔCO IFF, SILVA JN, VIGODERIS RB, PINTO FAC, CECON PR. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. *R. Bras. Zootec.* vol.39, n.1, pp. 217-224, 2010.

MARQUES D. Do Ovo ao Pinto. Principais Anormalidades em Incubação e suas Causas Prováveis. *Manual do Incubador*. 2º. ed. Campinas, S. P: 1994.

MATEUS M.C; SANTOS J.M.G. Imunização em Frangos de Corte. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.4, n.2, p. 227-246, maio/ago. 2011.

MEDEIROS C.M. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, MG, v.13. n.4, 277-286, Out./Dez., 2005.

MEIJERHOF R, VAN BEEK G. Mathematical modeling of temperature and moisture of hatching eggs. *Journal of Theoretical Biology*, v.165, p.27-41, 1993.

MURAROLI A. Arte de Incubar parte 1 a 4. Disponível em: <[http://www.polinutri.com.br/conteudo\\_artigos\\_anteriores\\_agosto\\_06.htm](http://www.polinutri.com.br/conteudo_artigos_anteriores_agosto_06.htm)>. 2006. Acesso em: 25 de outubro de 2012.

NEVES DP, ROMANINI CEB, NASCIMENTO GR, NÄÄS IA, MENEZES AG. Estimativa da perda de calor em pintos de um dia dentro do incubatório. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Juazeiro-BA/Petrolina-PE, 2009.

NITSAN Z, EN-AVRAHAM G, ZOREF Z, NIR I. Growth na development of digestive organs anda some enzymes in broiler chicks after hatching. *British Poultry Science*, v. 32, p. 23-515, 1991.

SHINDER D, RUSAL M, TANNY J, DRUYAN S, YAHAV S. Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early Aae. *Poultry Science*, v.86, p.2200-2209, 2007.

TESSIER M, DU TREMBLAY D, KLOPFENSTEIN C, BEAUCHAMP G, BOULIANNE M. Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. *Poultry Science*, v.82, p.846-849, 2003.

VIEIRA S.L. Digestão e utilização de nutrientes após a eclosão de frangos de corte. V Simpósio Brasil Sul De Avicultura. Chapecó, SC, p. 26-41, abril, 2004.

YAHAV S, STRASCHNOW A, LUGER D, SHINDER D, TANNY J., COHEN S. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poultry Science*, v. 83, p.253–258, 2004.

**CAPÍTULO IV**  
**IDENTIFICAÇÃO DE EDEMA ARTICULAR EM SUÍNO POR MEIO DE**  
**IMAGENS TERMOGRÁFICAS**

Redigido de acordo com as normas da Revista Agrarian

## **IDENTIFICAÇÃO DE EDEMA ARTICULAR EM SUÍNO POR MEIO DE IMAGEM TERMOGRÁFICA**

### **Resumo**

Nos sistemas intensivos de produção de suíno, uma das afecções mais prevalentes são as artrites, que causam dor aos animais podendo afetar seu bem estar e conseqüentemente seu desempenho. Deste modo, o diagnostico precoce torna-se de extrema importância para que se dispense aos animais tratamento adequado o quanto antes. Objetivou-se com este estudo de caso avaliar a eficiência do uso das imagens termográficas para identificação de processos inflamatórios articulares ou de lesões em suínos. A temperatura superficial foi registrada por meio de imagens termográficas utilizando a câmera da Testo<sup>®</sup>. Foram calculadas as médias de 10 pontos da temperatura superficial de cada membro posterior dos suínos e comparada com o teste t-Student com confiabilidade de 95%, para analisar os dados. Os valores médios de temperatura superficial foram menores ( $p \leq 0,05$ ) no membro sem edema ( $32,77^{\circ}\text{C}$ ), do que aqueles relativos ao membro com edema ( $34,77^{\circ}\text{C}$ ), evidenciando assim, que por meio de imagens termográficas é possível a identificação de processos inflamatórios.

Palavras chaves: Artrite, termografia infravermelha, lesão.

## **IDENTIFICATION OF JOINT EDEMA IN SWINE THROUGH THERMOGRAPHIC IMAGE**

### **Abstract**

Intensive pig production systems one of the most prevalent disorders are arthritis, causing pain to animals and can affect your well-being and consequently your performance. Thus the early diagnosis becomes extremely important to dispense appropriate treatment to animals as soon as possible. The aim with this case study to evaluate the efficiency of use of Thermographic images for identification of joint injury or inflammatory processes in pigs.

The surface temperature was recorded by means of Thermographic images using the camera of Testo. Were calculated the average of 10 selected points on the surface temperature of each subsequent member of the pigs and compared with Student's t test with reliability of 95, to analyze the data. The average surface temperature values were lower ( $p > 0.05$ ) in the limb without edema ( $36.8^{\circ}\text{C}$ ) than those relating to the member with edema ( $38.7^{\circ}\text{C}$ ), so that by means of thermographic images is possible the identification of inflammatory processes.

Keywords: Arthritis, thermography infrared, lesions.

### **Introdução**

As artrites são enfermidades que podem acometer os suínos em qualquer faixa etária, causando enormes perdas econômicas por mortes, atraso no crescimento, descarte precoce de reprodutores, gastos com medicamentos, mão de obra, formação de animais refugos e condenação de carcaças nos abatedouros (Hill, 1992). As principais causas de artrite nos suínos em idade de abate são a osteocondrose e a infecção pela bactéria *Erysipelothrix rhusiopathia* (Althaus *et al.*, 2005). As áreas afetadas apresentam-se inflamadas, com articulações inchadas, com volume aumentado, com presença de exsudato, que pode ser seroso, sanguinolento e ou purulento.

Os animais artríticos apresentam-se com dificuldade em andar, claudicante, andando como se estivessem com as pernas engessadas. Apresentam desenvolvimento retardado, às vezes perda de peso, inapetência, e ainda temperatura elevada, mas o grande comprometimento das artrites, dependendo do agente causador, são as complicações secundárias, como: pneumonia, onfalite, endocardite, e outras. As articulações mais comumente afetadas são as úmero-rádio-ulnar, fêmur-tíbio-patelar, coxo-femural e escápulo-umeral (Althaus *et al.*, 2005; Metzner, 2008).



Os índices de condenação de carcaças de suínos por artrite têm aumentado significativamente no Brasil e em outros países. Índices esses, que eram inferiores a 0,5% na década de 60 (Althaus *et al.*, 2005), passaram para a faixa de 0,6% e 0,9% nas décadas de 70 e 80 (Pratt, 1986), respectivamente, e ultrapassaram a faixa de 1,0% na década de 90 (Pereira *et al.*, 1999). Em diversos países estudos demonstram a falta de acurácia na identificação de carcaças, que por muitas vezes são condenadas e apresentam articulações normais. Este estudo de caso teve como objetivo avaliar a eficiência da câmera termográfica em identificar edema inflamatório em patas de suínos.

### **Material e Métodos**

A coleta de dados foi realizada em granja comercial de suínos, localizada na cidade de Fátima do Sul, com a latitude 22°22'42,92''S e a longitude de 54°20'38,36''W. A classificação de Köppen no estado de Mato Grosso do Sul, é de Aw (Clima tropical com estação seca de inverno), ou seja, possui um clima tropical com temperaturas elevadas com chuva no verão e seca no inverno. As médias de temperatura dos meses são maiores que 20°C e no mês mais frio do ano as mínimas são menores que 18°C.

Foram selecionados cinco suínos, apresentando leve claudicação e edema em membros posteriores. A partir das imagens termográficas registradas com uma câmera Testo® (Figura 1) foram marcados 10 pontos em cada e calculadas as médias de temperatura superficial das mesmas. Foi elaborado um histograma e extraídos os valores de temperatura de pele, máximo, mínimo e médio, utilizando o *software* Testo IRSoft®.

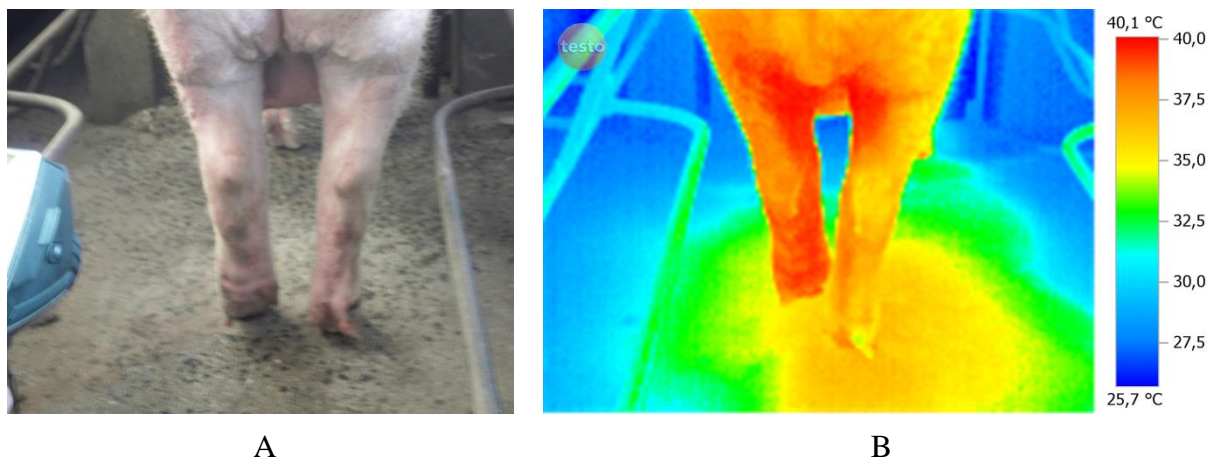


Figura 1. Imagem das patas traseiras do animal 5 (A) e imagem termográfica (B) do animal 5 identificando as temperaturas superficiais.

Com os valores médios de temperatura superficial, aplicou-se o teste t – Student sendo considerado significativo quando o p-valor  $\leq 0,05$ .

### Resultados e Discussão

Os valores médios de temperatura superficial foram menores ( $p \leq 0,05$ ) no membro sem edema, do que aqueles relativos ao membro com edema (Tabela 1). Nota-se que, a variação da temperatura média foi de cerca de 2,0 °C entre as regiões com edema e sem edema. Facilitando a detecção do edema no membro posterior esquerdo.

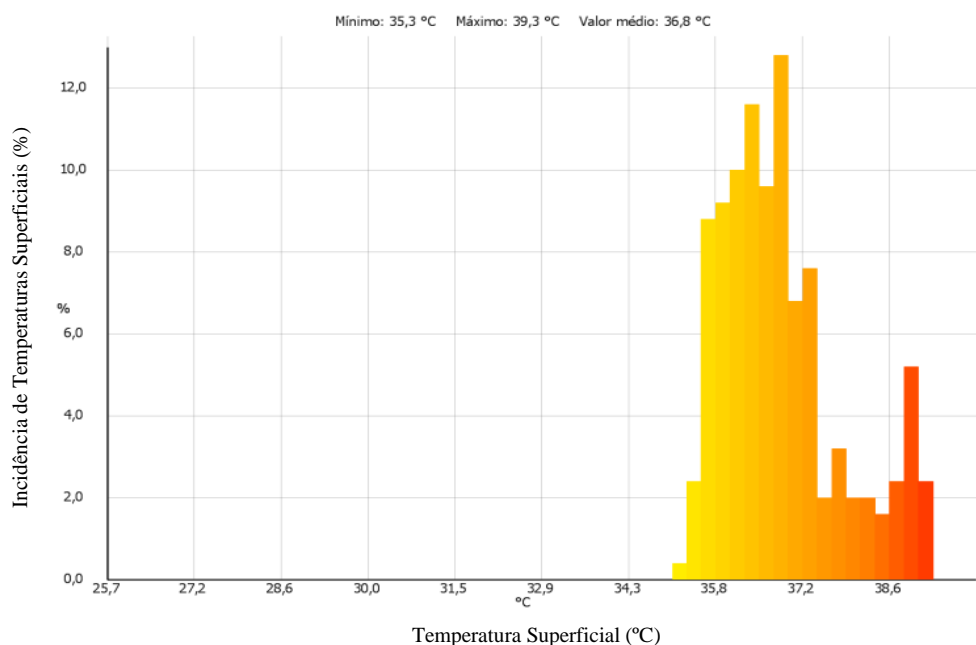
Tabela 1. Temperaturas superficiais dos membros posteriores de suínos das regiões sem e com edema.

Animal	Temperatura superficial Com edema °C	Temperatura superficial Sem edema °C
1	35,8	31,6
2	34,2	32,9
3	34,6	33,7
4	34,5	32,9
5	38,7	38,8
Média	35,58a	33,58b

a, b – Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

Termografia infravermelha também tem sido usada em seres humanos e animais como um método de diagnóstico não-invasivo para medir mudanças fisiológicas ou patológicas na temperatura da pele resultantes da administração de *pharmaceutical compounds*, procedimentos cirúrgicos, alterações na vascularização ou fluxo de sangue e respostas sistêmica (febre) e locais (inflamatórias) às condições de doença (Silva *et al.*, 2010; Schaefer *et al.*, 1988; Spire *et al.*, 1999; Scott *et al.*, 2000; Eddy *et al.*, 2001; Heath *et al.*, 2001).

No presente estudo de caso, constatou-se a viabilidade do uso das imagens termográficas para identificação de lesões em suínos através da temperatura superficial da pele dos seus membros. A Figura 2 mostra o histograma das temperaturas superficiais. Pode-se notar que os valores de temperatura da região sem edema são menores na área onde foram feitos os registros.



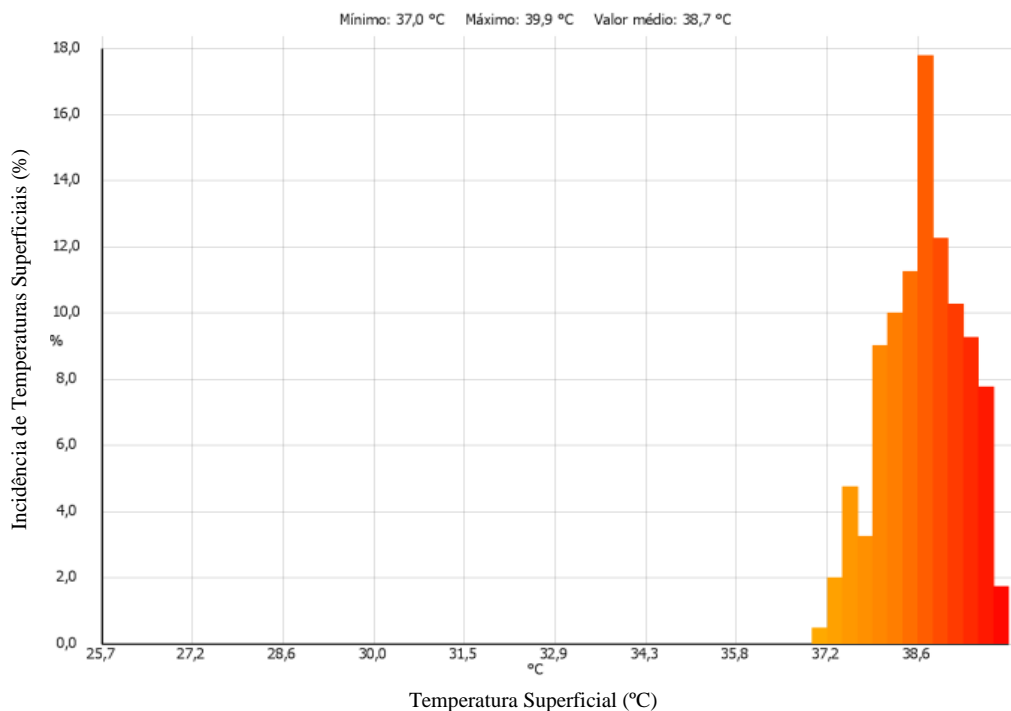
**B**

Figura 2. Histogramas da temperatura superficial do membro posterior direito sem edema (A) e do membro posterior esquerdo com edema (B), do animal 5.

A identificação de processos inflamatórios tem sido reportada na literatura recente. Rainwater-Lovett *et al.* (2009) analisaram os termogramas de cascos de vacas infectadas com o vírus da febre aftosa e descobriram que as imagens termográficas mostram um aumento acentuado na temperatura do casco em animais infectados, antes dos sintomas clínicos aparecerem. Já D'Alterio *et al.* (2011) sugerem que o método de termografia infravermelha pode efetivamente detectar os distúrbios na circulação sanguínea periférica em caprinos, indicando edema de casco.

A decisão de condenar ou não as carcaças e órgãos com abscessos ou lesões supuradas através de um critério basicamente visual pode, em alguns casos, ser difícil para profissionais da área. Morés *et al.* (2003) ao avaliar os fatores de risco associados com artrites, observaram em 63 granjas no oeste de Santa Catarina que 39% não apresentavam nenhuma afecção, 33,3% apresentava baixa afecção e 27,0% alta afecção, números esses considerados altos para um sistema de produção.

O uso da termografia poderá permitir uma estratégia mais precisa para detecção precoce de edemas e lesões antes que os sintomas clínicos apareçam. Permite o tratamento precoce, evitando descarte de reprodutores e condenações de carcaça em abatedouros, tornando-se uma ferramenta não invasiva e precisa a ser utilizada.

### **Conclusão**

A termografia infravermelha apresentou potencial significativo no pré diagnóstico de processos inflamatórios e lesões e podem servir como ferramenta para auxiliar a redução de descartes de reprodutores e condenações de carcaças em abatedouros.

### **Referências**

ALTHAUS, L.K.S; ALBERTON, G.C; GUIMARÃES, A. M.S; FIAMETTI, A. Exame Macroscópico Das Articulações De Suínos Artríticos No Abatedouro. Archives of Veterinary Science v. 10, n. 1, p. 13-19, 2005.

D'ALTERIO G., CASELLA S., GATTO M., GIANESELLA M., PICCIONE G., MORGANTE M. Circadian rhythm of foot temperature assessed using infrared thermography in sheep. Czech Journal Animal Science, v.56, p. 293-300, 2011.

EDDY, A. L., VAN HOOGMOED, L. M. and SNYDER, J. R. The role of thermography in the management of equine lameness. Veterinary Journal, v. 162, p.172–181. 2001.

HEATH, A.M., CARSON, R.L., PUROHIT, R.C., SARTIN, E. M., WENZEL, J.G.W., WOLFE, D.F. Effects of testicular biopsy in clinically normal bulls. J. American Veterinary Medical Association, v. 220, p. 507–512. 2001.

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

METZNER B.S. Artrismo: Um Miasma para a Modernidade? Revista de Homeopatia, v.71(1/4), p.38-44, 2008.

MORÉS, N.; PIEROSAN, R.; AMARAL, A.L.; BARIONI JÚNIORI, W. Fatores de risco associados com artrites em suínos de abate. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.55, n.2, p.528-532, 2003.

PEREIRA, M. A. C.; YAMAMOTO, M. A.; ALBERTON, G. C., BANDARRA, E. P. Estudo retrospectivo sobre condenação de carcaças de suínos por artrite. In: Congresso Brasileiro De Veterinários Especialistas em Suínos, v.9, p. 255-256. 1999.

PRATT, J.H. Monitoring for health. In: Annual Veterinary Conference on Pig Health Scheme. Stoneleigh. Report. London: Ministry of Agriculture, p.86-95, 1986.

RAINWATER-LOVETT K., PACHECO J.M., PACKER C., RODRIGUEZ L.L. Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. Veterinary Journal, v.180, n.3, p. 317-24, 2009.

SCHAEFER, A. L., JONES, S. D. M., TONG, A. K. W., VINCENT, B. C. The effects of fasting and transportation on beef cattle: 1. Acid-base-electrolyte balance and infrared heat loss of beef cattle. Livestock. Production. Science, v. 20, p. 15–24. 1988.

SCOTT, S. L., SCHAEFER, A. L., TONG, A. K. W., LACASSE, P. Use of infrared thermography for early detection of mastitis in dairy cows. American Society Animal Science. Proceedings. Winnipeg, MB. 2000.

SILVA A.M; NETTO W.D.B; SILVA R.C.C; Emprego da termografia na manutenção preditiva. Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense v. 1, p. 37-41, 2010.

SPIRE, M. F., DROUILLARD, J. S., GALLAND, J. C., SARGEANT, J. M. Use of infrared thermography to detect inflammation caused by contaminated growth promotant ear implants in cattle. J. Am. American Veterinary. Association, v.215, p.1320–1324. 1999.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção animal nos trópicos é limitada principalmente pelo estresse calórico e há o agravante de que as raças selecionadas para maior produção, no geral, são provenientes de países de clima temperado, o que não permite a estas expressar o máximo da sua capacidade produtiva. Desta forma, torna-se imprescindível o conhecimento da capacidade de adaptação das espécies e raças exploradas no Brasil, bem como a determinação dos sistemas de criação e práticas de manejo que permitam a produção de forma sustentável, sem prejudicar o bem-estar dos animais.

A avaliação científica do bem-estar animal é um elemento-chave nos esforços para programar boas práticas, envolve múltiplas variáveis e critérios; essa avaliação é empregada em sistemas que visam identificar as causas de problemas de bem-estar animal, assim como, identificar oportunidades para a intervenção bem sucedida em todo o sistema ou na cadeia de produção.

O uso de imagens termográficas confirmou benefícios de bem-estar de porcas lactantes com resfriamento adiabático; detecção de formas mais eficientes de trocas de calor das aves com o ambiente nas primeiras horas de vida e uma estratégia mais precisa para detecção de edemas e lesões antes que os sintomas clínicos aparecessem. Dados do atual estudo demonstraram que a termografia infravermelha é um indicador altamente sensível de temperatura em animais, possuindo a vantagem de ser uma técnica precisa e não invasiva.