



## **BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

# **TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA AVICULTURA**

**Fayane Morais Vieira**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

**TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA AVICULTURA**

**Fayane Morais Vieira**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof. Dra. Cibele Silva Minafra

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

V658t           Vieira, Fayane Morais  
                  Termografia Infravermelha na Avicultura / Fayane  
Morais Vieira; orientadora Cibele Silva Minafra. --  
Rio Verde, 2022.  
                  36 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Zootecnia) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Aves. 2. Bem-estar animal. 3. Câmera  
termográfica. 4. Conforto térmico. 5. Estresse  
calórico. I. Minafra, Cibele Silva, orient. II. Título.

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Fayane Moraes Vieira

Título do trabalho:

Termografia infravermelha na avicultura

Matrícula:

2017102201840341

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 13 /04 /2022

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde

Local

13 /04 /2022

Data

*Fayane Moraes Vieira*

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

*[Assinatura]*

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 18/2022 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

### **ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

Ao(s) **vinte e oito** dia(s) do mês de março de 2022, às 9 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Cibele Silva Minafra (orientadora), Fabiana Ramos dos Santos (membro interno), Alison Batista Vieira Silva Gouveia (membro externo) e Stéfane Alves Sampaio (membro externo), para examinar o Trabalho de Curso intitulado **“TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA AVICULTURA”** do(a) estudante **Fayane Morais Vieira**, Matrícula nº 2017102201840341 do Curso de Zootecnia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelo orientador, em nome dos demais membros externos da banca.

*(Assinado Eletronicamente)*

Cibele Silva Minafra

Orientadora

*(Assinado Eletronicamente)*

Fabiana Ramos dos Santos

Membro interno

*(Assinado Eletronicamente)*

Alison Batista Vieira Silva Gouveia

Membro externo

*(Assinado Eletronicamente)*

Stéfane Alves Sampaio

Membro externo

# FAYANE MORAIS VIEIRA

## TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA AVICULTURA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof. Dra. Cibele Silva Minafra

APROVADO em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

---

Prof.(a). Dr.(a) Cibele Silva Minafra  
IFGoiano - Campus Rio Verde  
Presidente / Orientador

---

Me. Alison Batista Vieira Silva Gouveia  
Universidade Federal de Goiás  
Membro externo

---

Zootecnista Stéfane Alves Sampaio  
IFGoiano - Campus Rio Verde  
Membro Externo

---

Prof.(a). Dr.(a) Fabiana Ramos dos Santos  
IFGoiano - Campus Rio Verde  
Membro Interno

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente quero agradecer a Deus, por me proteger e me dar forças para nunca desistir de meus objetivos, por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos que surgiram ao longo do curso.

Agradeço aos meus pais e meus irmãos pelo apoio, por sempre estarem ao meu lado, me dando força e motivação. Aproveito a oportunidade para agradecer a eles por todo amor e cuidado com minha filha Maria Alice Morais Carvalho, enquanto eu estive a frente das minhas obrigações como acadêmica.

Agradeço a professora e orientadora Cibele Silva Minafra, que desde sempre me orientou com paciência, atenção, carinho, me ajudando da melhor forma possível.

A todos os profissionais do IFGoiano – Rio Verde, que fizeram parte de minha trajetória, transmitindo conhecimento, conselhos que contribuíram de forma grandiosa para minha formação profissional.

A todos os colegas e amigos, que estavam sempre comigo, me incentivando, me ajudando, e colaborando para que eu conseguisse chegar até o final deste percurso.

## RESUMO

VIEIRA, Fayane Morais. **TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA AVICULTURA**. 2022. 36p. Monografia (curso de Bacharelado de Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

A avicultura brasileira é considerada a atividade agropecuária de maior destaque mundial. Avicultura de corte é uma das atividades de grande relevância na economia, nos últimos anos gerou um faturamento anual de US\$ 20 bilhões. A fim de manter a posição em produção e exportação o país vem buscando inovações para atender as exigências internacionais de qualidade e de bem-estar animal. Para a produção as aves se fazem necessário um ambiente interno adequado, com temperatura e umidade adaptadas para cada fase da ave. Estudos utilizando a termografia infravermelha mostram que esta tecnologia vem se tornando uma das mais requisitadas na área de produção animal, sendo um método não invasivo capaz de avaliar a temperatura corporal através da energia emitida pela superfície do corpo animal e transformá-la em uma imagem visível ao olho humano. A partir do exposto, o objetivo do presente estudo foi discutir o uso da termografia infravermelha na avicultura, com ênfase na produção de frangos de corte, galinhas poedeiras e codornas. Para tanto, realizou-se um estudo descritivo com procedimento técnico de narrativa. Foi possível observar que a tecnologia de termografia infravermelha é uma ferramenta que vem sendo utilizada em diversas pesquisas, e se mostram altamente eficazes e seguras pois conseguem fazer leitura remota das temperaturas superficiais das aves e das instalações sem causar alterações fisiológicas ou comportamentais. A utilização da termografia infravermelha é uma alternativa para determinar o impacto das condições ambientais na produção animal, auxiliando na tomada de decisão e promovendo a saúde e o bem-estar dos animais.

**Palavras-Chave:** Aves. Bem-estar animal. Câmera termográfica. Conforto térmico. Estresse calórico.



## ABSTRACT

VIEIRA, Fayane Morais. **TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA AVICULTURA**. 2022. 36p. Monografia (curso de Bacharelado de Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

Brazilian aviculture is considered the most prominent agricultural activity in the world. Cutting aviculture is one of the activities of great relevance in the economy, in recent years generated an annual turnover of US\$ 20billion. In order to maintain its position in production and export, the country has been seeking innovations to meet international quality and animal welfare requirements. For production, birds are required an adequate internal environment, with temperature and humidity adapted to each phase of the bird. Studies using infrared thermography show that this technology has become one of the most requested in the area of animal production, being a noninvasive method capable of evaluating body temperature through the energy emitted by the surface of the animal body and transforming it into an image visible to the human eye. Based on the above, the aim of the present study was to discuss the use of infrared thermography in aviculture, with emphasis on the production of broilers, laying hens and quails. For this, a descriptive study was carried out with a technical narrative procedure. It was possible to observe that infrared thermography technology is a tool that has been used in several studies, and are highly effective and safe because they can remotely read the surface temperatures of birds and facilities without causing physiological or behavioral changes. The use of infrared thermography is an alternative to determine the impact of environmental conditions on animal production, assisting in decision-making and promoting animal health and welfare of animals.

**Keywords:** Birds. Animal welfare. Thermographic camera. Thermal comfort. Heat stress

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representação gráfica da Zona de termoneutralidade. ....	16
<b>Figura 2.</b> Imagem termográfica de pintinhos.....	22
<b>Figura 3.</b> Imagem termográfica de pintinhos .....	22
<b>Figura 4.</b> Imagem termográfica de franga exposta a ambiente de estresse calórico.....	23
<b>Figura 5.</b> Imagem termográfica de frangos de corte com idade de abate em um galpão totalmente fechado, com velocidade de ar 167m/min (2,8 m/s).....	24
<b>Figura 06.</b> Imagem termográfica de frangos de corte com idade de abate em um galpão totalmente fechado, com velocidade de ar nula (1,8 m/s).....	24
<b>Figura 07.</b> Imagem termográfica de ovos.....	27
<b>Figura 08.</b> Galinha poedeira capturada por câmera termográfica.....	28
<b>Figura 09.</b> Codorna capturada por câmera termográfica .....	30

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Avicultura no Brasil.....	14
2.2 Termorregulação e Conforto Térmico.....	14
2.3 Temperatura.....	18
2.3.1 Temperatura na Avicultura.....	19
2.4 Termografia Infravermelha.....	20
2.4.1 Termografia Infravermelha na produção de frangos de corte.....	24
2.4.2 Termografia Infravermelha na produção de galinhas poedeiras.....	27
2.4.3 Termografia Infravermelha na produção de codornas.....	29
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## 1.INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é considerada a atividade agropecuária de maior destaque mundial, no qual a avicultura de corte é uma das atividades de grande relevância na economia, sendo que, em 2020 os principais países produtores foram EUA, China, Brasil e União Europeia produziram cerca de 60.884 (Mil ton), e juntos representam 60% da produção mundial (ABPA, 2021).

Para se obter lucro na avicultura de corte, é necessário cada vez mais investimentos nessa área, como em inovações tecnológicas, permitindo assim, novos conceitos e sistemas de criação, promovendo uma maior viabilidade econômica e técnica, buscando uma maior ênfase nos aspectos produtivos, sanitários e bem-estar das aves (ABREU e ABREU, 2011).

A fim de manter a posição em produção e exportação o país vem buscando inovações para atender as exigências internacionais de qualidade e condições adequadas relacionadas a ambiência (FERREIRA et al., 2011).

As instalações devem assegurar a manutenção da homeotermia das aves para manter o conforto térmico animal e garantir que os animais produzam e expressem seu comportamento natural com o menor gasto possível de energia. O mapeamento das temperaturas interna e externa dos galpões, bem como todos os índices psicrométricos envolvidos nas instalações avícolas, são importantes visando a confecção de um ambiente que propicie conforto térmico aos animais (ROSALEN et al., 2020).

Havendo estresse térmico, tanto o desempenho dos trabalhadores quanto o das aves, pode ser afetado, pois o estresse térmico nas aves pode acarretar diminuição da ingestão de alimento e das atividades físicas, além de perdas na produção, e até o óbito (VITORASSO e PEREIRA, 2009).

As instalações avícolas devem garantir um ambiente de conforto térmico que possibilite ao animal expressar todo o seu potencial genético para produção (ARAÚJO et al., 2014), motivo pelo qual novas ferramentas estão sendo aplicadas para medir o conforto térmico animal destacando-se as câmeras termográficas (NASCIMENTO et al., 2014). O uso da termografia infravermelha vem sendo citado e abordado em trabalhos científicos desenvolvidos na avicultura (NASCIMENTO et al., 2014, ROSALEN et al., 2020).

A termografia infravermelha caracteriza-se por ser um método seguro e não invasivo de visualização de perfil térmico que pode indicar se o animal encontra-se sob estresse térmico. Por isso, estudos utilizando a termografia infravermelha vem se tornando uma das tecnologias mais requisitadas na área de produção animal, sendo possível identificar doenças, estresse geral, processos inflamatórios, entre outros (ROBERTO e SOUZA, 2014; LEÃO et al., 2015; FERREIRA et al., 2016).

A termografia infravermelha é uma ferramenta muito eficiente para estudos de qualquer ramo da ecologia, produção animal, bem-estar animal, medicina veterinária e zootecnia, permitindo que a coleta de dados em estudos seja feita a uma distância que não influencie ou cause alterações na fisiologia, no comportamento e no bem-estar do animal (TORQUATO et al., 2015).

A partir do exposto, objetivou-se com o presente estudo discutir o uso da termografia infravermelha na avicultura, com ênfase em frangos, galinhas poedeiras e codornas. Para tanto realizou-se um estudo descritivo da revisão de literatura.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Avicultura no Brasil**

O Brasil destaca-se como um dos principais países produtores e o maior exportador de carne avícola. O pico da produção brasileira aconteceu no ano de 2020, atingindo 13.845 milhões de toneladas, com mais de 55 milhões de cabeças de matrizes alojadas, sendo que três estados da região sul compreendem a cerca de 79,93 da produção de carne de frango no país (NETO et al., 2021).

No ano de 2020, 31% da produção brasileira foi destinada para as exportações, enquanto 61% destinou-se para o mercado interno, com um consumo per capita de 45,27 kg/há. Na avicultura de postura, grandes resultados também foram apresentados neste mesmo ano, sendo que foram produzidas mais de 53 bilhões de ovos, 99,69% da produção destinou-se ao mercado interno com o consumo percapita de ovos de 251 unidades/ha (ABPA, 2021).

A avicultura brasileira cresce a cada ano, pois os programas de melhoramento genético nesse setor, fez com que as aves chegasse ao ponto de abate cada vez mais jovens, assim aumentando a escala produtiva e gerando mais lucros ao setor em função do seu melhor desempenho em tempo reduzido. Não só o melhoramento genético, mas também a nutrição e a sanidade contribuíram para o excelente desempenho da avicultura brasileira, mostrando a importância da tecnologia no setor, visando a redução dos custos e o aumento do bem-estar das aves (ESPÍNDOLA, 2012).

Segundo Amaral et al. (2016) ressaltam na avicultura de postura no país o maior desafio é a garantia da biosseguridade. Portanto, o risco de contaminação dos plantéis de aves por diversas doenças é bastante existente, com isso tem-se uma grande necessidade de controle sanitário em todas as etapas produtivas.

É fato que os principais elementos climáticos que afetam o conforto térmico das aves no interior das instalações são a temperatura do ar, umidade relativa, radiação e movimentação do ar. Esses fatores externos tendem a influenciar a quantidade de energia trocada entre ave e meio, havendo, muitas vezes, a necessidade de ajustes fisiológicos para a ocorrência do balanço de calor (SOUZA et al., 2017).

### **2.2 Termorregulação e Conforto Térmico**

O organismo das aves é um aglomerado de células que tem como finalidade realizar funções fisiológicas, criando um ambiente para que todos os órgãos funcionem

adequadamente, contribuindo para a manutenção e regulação do meio interno. Esse controle e manutenção do meio interno é denominado de homeostase, conjunto de componentes que atuam para manter um parâmetro físico ou químico da ave (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

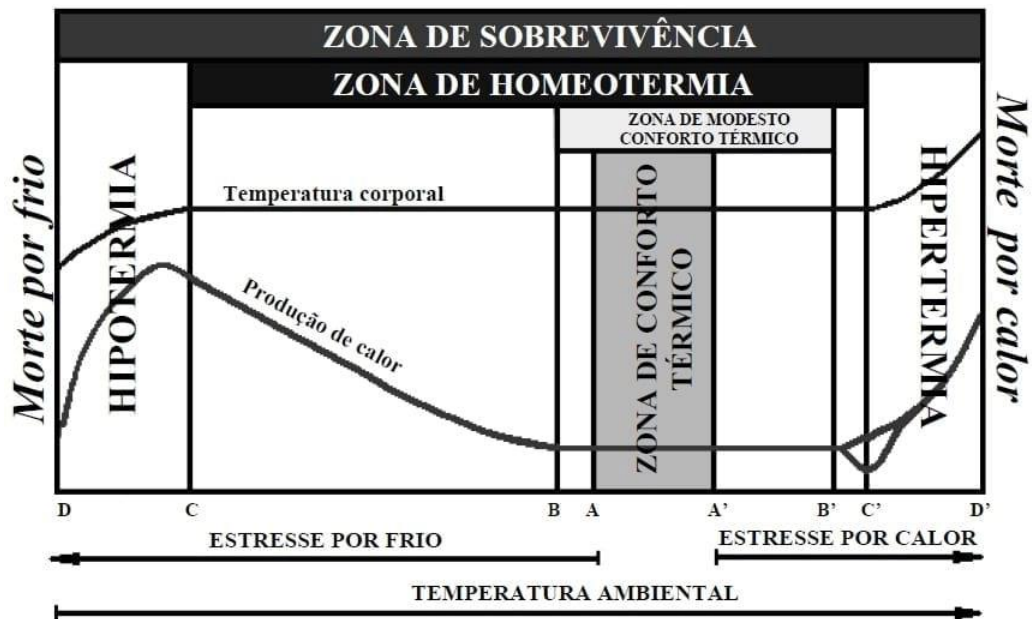
A termorregulação é a competência das aves em conservarem a temperatura corporal, mesmo quando a temperatura do ambiente é modificada (FLORIANO, 2013). Por meio dos mecanismos de termorregulação, as aves adultas conseguem regular sua temperatura corporal entre 40,6 e 41,9 °C. Estas são capazes de conservar temperaturas constantes dentro de certos limites por serem animais homeotermos (ABREU e ABREU, 2004).

Por não possuírem glândulas sudoríparas, as aves fazem trocas por meios sensíveis e latentes, as trocas de calor sensíveis ocorrem: por meio de radiação (através de ondas eletromagnéticas), por condução (transferência de calor direta com objetos) e por convecção (calor através de ar, água e fluidos em geral), já as trocas de calor latentes são realizadas por meio da evaporação da água do trato respiratório (FLORIANO, 2013).

De acordo com Furlan e Macari (2002), embora as aves tenham essas características, precisam de condições favoráveis para evitar efeitos sobre o desempenho, pois condições de temperatura extremas podem acarrear em distúrbios no metabolismo de produção, perda de calor, incidência de doenças metabólicas e perda na produção.

A zona de termoneutralidade ou zona de conforto térmico precisa de um ambiente térmico no qual as aves encontram-se em condições ideais para manutenção e produção (NAZARENO et al., 2009). Esta zona é quando o animal não sente frio ou calor, em que a resposta ao ambiente é positiva e o desempenho da ave é otimizado (COSTA et al., 2012). No qual é influenciada por peso, idade, estado fisiológico, densidade, nível de alimentação, genética, temperatura ambiental, velocidade do ar, umidade do ar e radiação solar (MOURA et al., 2016).

Conforme a figura 01 observa-se que a Zona de Conforto Térmico é limitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos B e B', faixa ótima para o desempenho e saúde dos animais. Nas temperaturas efetivas ambientais situadas na faixa limitada pelos pontos A e D o animal está estressado por frio e nas de A' a D', por calor.



**Figura 01.** Representação gráfica da Zona de termoneutralidade

**Fonte:** Abreu e Abreu, 2012

De acordo com Abreu e Abreu (2004) quando o ambiente alcança a temperatura crítica inferior ou abaixo (termogênese) os mecanismos termoregulatórios são ativados, levando a ave a aumentar o consumo de alimento, gerando mais incremento calórico, para que assim retenha o calor ingerido e modifique seu comportamento reduzindo sua área superficial com o meio.

Em estresse térmico devido a temperaturas inferiores, outro fator comportamental possível denotar em pintos de corte é o agrupamento dos animais como forma de se manterem aquecidos, deixando de ir com maior frequência aos comedouros e bebedouros, ocasionando em queda no desempenho de produção na fase inicial até a fase de abate (NETO et al., 2021).

Já em temperaturas elevadas (termólise), a tendência é que a ave diminua o consumo de alimento, com o intuito de produzir menos incremento calórico, na tentativa de aumentar a dissipação de calor, modificando seu comportamento, como abrir as asas e deixando-as afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica (SANTANA, 2018; COSTA et al., 2012).

Em situações de estresse térmico há também aumento da frequência respiratória (hiperventilação), temperatura retal, vasodilatação periférica, maior dificuldade na troca de calor, causando aumento do fluxo sanguíneo na pele e nos membros (cristas e barbelas), devido a este aumento de temperatura nas cristas e barbelas aumentam o gradiente térmico entre a pele e o ambiente, promovendo maior perda de calor por



irradiação e convecção (FRANZINI et al., 2022). Quando ocorre o aumento da frequência respiratória em situações de estresse calórico, há a diminuição de  $\text{HCO}_3$  e  $\text{CO}_2$ , ocorrendo um desequilíbrio ácido-básico, resultando em um aumento no pH sanguíneo, determinando a alcalose respiratória (ALDRIGUI et al., 2013).

Essas situações de estresse calórico, ou seja, quando as aves são expostas a temperaturas extremamente elevadas, podem elevar a taxa de mortalidade na produção, visto que os animais entram em quadro de hipertemia (NETO et al., 2021). A produção de aves de corte é influenciada pelo ambiente pois altera as trocas de calor e a quantidade de energia na ração.

Por isso torna-se necessário para uma maior produção, proporcionar conforto térmico para que assim as aves tenham melhor aproveitamento dos nutrientes da ração, altas e baixas temperaturas influenciam na produção já que modificam o requerimento nutricional das aves. Além desse fator físico alterar as trocas de calor, também afeta o desempenho influenciando no consumo de ração, ganho de peso e na conversão alimentar. Quando esses animais estão fora da zona de termoneutralidade apresentam alterações no seu comportamento devido a necessidade de reduzir a produção de calor (ZANUSSO et al., 1999).

Conseqüentemente, uma ração formulada para ambientes termoneutros não atenderá as exigências dos frangos quando os mesmos estiverem em estresse térmico (OLIVEIRA et al., 2000). Para amenizar esses efeitos algumas medidas nutricionais podem ser adotadas compensando a baixa ingestão de nutrientes devido a queda de consumo por estresse térmico, como os óleos e gorduras, que são fontes de ácidos graxos e energia e ainda melhoram a palatabilidade e se comparados com os carboidratos e proteínas, proporcionam menor incremento calórico (NOBAKHT et al., 2011).

Citando ainda outras conseqüências do estresse calórico ao animal, Franzini et al. (2022), salientou em seu trabalho que alterações hormonais ocorrem em decorrência de menor secreção dos hormônios TSH (hormônio estimulador da tireoide) e GH (crescimento), ou seja, com esta redução irá afetar a atividade da tireoide, o crescimento de tecidos musculares e adiposos, afetando diretamente a qualidade produtiva.

Para a produção de aves se faz necessário um ambiente interno adequado. Sendo necessário temperaturas e umidade relativa do ar adaptadas para cada fase da ave, porém devido à evolução da genética, densidade de alojamento, formas de manejo, adaptação e climatização de cada região esses fatores estão sofrendo ajustes no tempo e no espaço (SOUZA-JUNIOR et al. 2019; CASSUCE, 2011).

A homeotermia é mais eficiente quando a temperatura ambiente se encontra dentro dos limites de conforto térmico das aves. Portanto, é importante que os aviários estejam com temperaturas de condições de conforto. A adaptação dos aviários com técnicas ambientais visa este conforto, a fim de superar os efeitos prejudiciais dos elementos climáticos, possibilitando bom desempenho produtivo (ABREU; ABREU, 2011).

Considerando que a temperatura interna das aves oscila entre 40 - 41°C, descreve que a temperatura das instalações indicada para os frangos de corte deve estar entre 15 e 28°C, sendo que nos primeiros dias de vida a temperatura precisa estar entre 33 a 34°C, dependendo da umidade relativa do ar que pode variar entre 40 a 80%. Sendo assim, as aves devem ser mantidas em ambientes termoneutros para garantir maior conversão alimentar e, conseqüentemente, maior peso final, pois seu desempenho produtivo depende da redução dos efeitos climáticos (SANTOS et al., 2014).

Dentro deste contexto, é importante ressaltar que o sistema respiratório das aves auxilia na eliminação de cerca de 50% do calor do animal, pois tem funcionalidade semelhante a um sistema de evaporação interno, e quando os sistemas físicos de evaporação do próprio galpão saturam o ar que passa circular internamente ocorre a redução drástica da eficiência do sistema de evaporação das aves. (FAIRCHILD, 2019).

Para avaliar as condições térmicas e sua influência sobre o bem-estar dos animais surgiu a termografia infravermelha, tecnologia utilizada para medir a atividade metabólica dos animais por registros da temperatura superficial (NASCIMENTO et al., 2011). Essa tecnologia permite saber diretamente a temperatura superficial das aves e do ambiente (ÁVALO, 2014).

### **2.3 Temperatura**

Temperatura é uma palavra derivada do Latim, reconhecida cognitivamente como o nível de calor que existe no ambiente, resultante, por exemplo, da ação dos raios solares ou nível de calor existente num corpo (MÉDRAD, TOCHOIRI, 1994). A temperatura é explicada pela física como a grandeza termodinâmica intensiva comum a todos os corpos que estão em equilíbrio térmico (BASSALO, 1992).

São vários os conceitos da física correlacionados com a temperatura, tais como: temperatura absoluta: a que não depende de medida nem da substância ou propriedade utilizada para medi-la, e que usualmente é medida na escala Kelvin cujo símbolo é "T";

temperatura centígrada, temperatura Celsius ou temperatura centesimal: a que é medida na escala centígrada; temperatura crítica: temperatura acima de qual um gás real não pode ser liquefeito por compressão isotérmica; temperatura basal (fisiologia): temperatura do corpo, estando este em repouso absoluto; temperatura Curie: temperatura acima da qual uma substância ferromagnética perde o ferromagnetismo e passa a paramagnética (QUINN, 1990).

A temperatura termodinâmica é medida em escala relativa de graus Celsius (°C) ou graus Fahrenheit (°F). O homem tenta quantificar o ambiente térmico em que os animais são submetidos desde o início do século XX, sobre as variáveis: temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação. Vários índices foram estudados sendo que, até a década de 90, o mais empregado foi o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade, devido apresentar devida vantagem em relação a incorporação de um valor único, denominado de temperatura de globo negro, sob efeitos da temperatura do ar, umidade, ventilação e radiação (GRACIANO, 2013).

O instrumento utilizada para medir de forma correta e precisa a temperatura são os termômetros. A construção de um termômetro está baseada no uso de alguma grandeza física que depende da temperatura, como o volume de um gás mantido a pressão constante, o volume de um corpo e a resistência elétrica de condutores metálicos entre outras grandezas. O termômetro é um instrumento que mede quantitativamente a temperatura de um sistema (VILAR et al., 2015).

Os termômetros de radiação atuam a grandes distâncias, isto é, sem contato com o objeto. São usados nos satélites meteorológicos para a obtenção da temperatura na atmosfera e na superfície da Terra e podendo medir temperaturas entre - 50°C e 3000 °C (MCGee, 1988).

Termômetros infravermelhos ou pirômetros são capazes de aferir a temperatura de corpos ou superfícies através da radiação emitida por eles e a medição da temperatura é feita de modo que o sensor não precisa tocar a superfície, ou seja, não tem a necessidade de contato direto. Através da radiação infravermelha, pode-se fazer a imagem da distribuição de temperatura do corpo localizando infecções e etc. (BERNARDES, 2012).

### **2.3.1 Temperatura na Avicultura**

A temperatura na avicultura, é uma condição que deve ser diretamente relacionada com as escalas produtivas, pois as maiores perdas tanto na avicultura de corte como

postura são devido a temperaturas elevadas, quando relativamente ocorre o estresse térmico e as aves saem da zona de conforto térmico (SOUZA et al., 2017).

López (2019), salienta que a temperatura é um aspecto extremamente importante e determinante na qualidade de pintos, sendo recomendada por empresas fabricantes de equipamentos para incubatórios temperatura embrionária próximas a 37 °C a 38°C (100°F).

Holz et al. (2014), ressalta que um ambiente para ser adequado para aves adultas deve apresentar umidade relativa do ar de 50 a 70% e temperaturas de 16 a 23 °C, então esses valores serão dificilmente encontrados em época de verão vigoroso e condições comerciais de produção.

Para aves jovens a faixa termoneutra de temperatura varia entre 32 e 29°C, sendo que temperatura ambiente acima de 30°C já tem sido considerada como agente do estresse térmico (JESUS, 2016).

Na avicultura de postura, a temperatura ambiental ideal para a fase de produção está entre 18°C e 20°C, e a umidade relativa do ar deve ficar entre 50 a 70%. Em relação a temperatura cloacal, em condição de conforto térmico esta é geralmente entre 40,5°C a 41,5°C (DAGHIR, 2008).

Para codornas, alterações ambientais como por exemplo aumento das temperaturas são facilmente percebida pelas aves, atuando como fatores estressantes e a resposta a estas alterações é a redução na produção de ovos aumento na taxa de ovos quebrados e redução do consumo de ração, sendo que as temperaturas ideais para codornas na fase inicial está entre 35 a 38°C e na fase de postura entre 18 e 22°C (VERCESE, 2010).

## **2.4 Termografia Infravermelha**

A termografia de infravermelha pode ser definida como uma técnica não invasiva de mapeamento térmico de um corpo, a partir da radiação infravermelha normalmente emitida pela superfície do corpo, no qual é baseada no princípio de que todos os corpos formados de matéria emitem certa carga de radiação infravermelha, proporcional a sua temperatura. Esta radiação pode ser capturada em um termograma que expressa o gradiente térmico em um padrão de cores. Com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da medicina veterinária, da produção animal e também nas pesquisas científicas da área, tornou-se imprescindível a utilização de

técnicas e equipamentos não invasivos que prezem pelo conforto e qualidade na produção destacando-se assim, a termografia de infravermelha (EDDY et al., 2001).

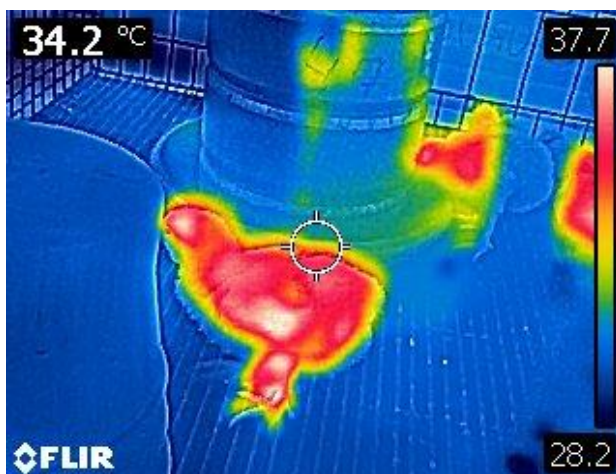
Desta forma, a termografia pode ser apresentada como um método capaz de avaliar a temperatura através da energia emitida pela superfície do corpo animal ou de qualquer objeto e transformá-la em uma imagem visível ao olho humano (ZIPROUDINA et al., 2006).

Uma grande vantagem do uso de imagens termográficas, é que este mecanismo não exige um contato físico direto com a superfície monitorada, permitindo assim a leitura remota da distribuição da temperatura, sendo utilizado em diversas aplicações na avicultura comercial (NÄÄS et al., 2010). A mensuração da transferência de calor entre os animais e o ambiente é facilitada com o uso desta tecnologia, possibilitando o dimensionamento adequado dos sistemas de climatização (AERTS et al., 2003).

A termografia infravermelha é uma ferramenta inovadora que vem sendo utilizada em diversas pesquisas que envolvem animais, com diferentes objetivos: termorregulação, estresse térmico, comportamento, diagnóstico de doenças, produção e bem-estar animal (TATTERSALL et al., 2009; DUNBAR et al., 2009; WEISSENBOCK et al., 2010; TORQUATO et al., 2015).

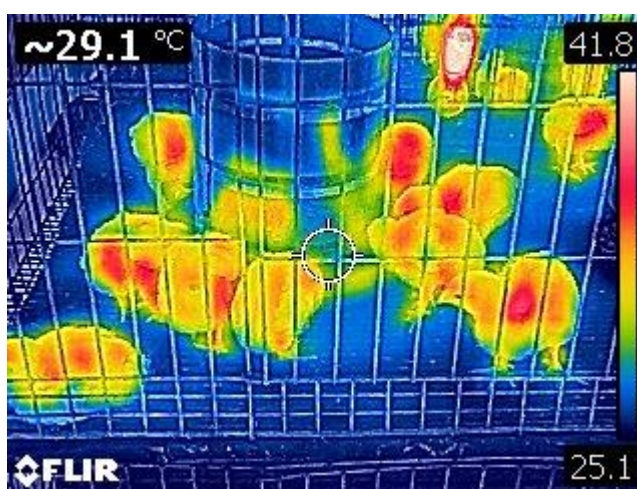
Uma câmera termográfica, é um aparelho que possibilita a captura de luz infravermelha com o objetivo de transformá-la em uma faixa visível do espectro. Ou seja, através dela você consegue enxergar as imagens que são feitas a partir da radiação que um determinado objeto/animal emite (NASCIMENTO et al., 2014). Sendo ainda uma excelente ferramenta de predição de problemas de pés em frangos de corte, podendo ser utilizada para acompanhar o surgimento de lesões de pododermatite e observar variações na temperatura dos pés em relação ao gait score que o animal apresenta (COELHO, 2021).

Ferreira et al. (2011), utilizando imagens da TIV para estimar a eficiência da câmera termográfica na detecção da variação de produção de calor metabólico de pintinhos alimentados, com diferentes densidades energéticas, observaram que o aumento da densidade energética da dieta, proporcionou diferença na temperatura média superficial das aves, comprovando a eficiência da termografia infravermelha. Nas figuras 02 e 03, é possível notar a variação da temperatura em pintinhos, submetidos a temperaturas mais elevadas e menos elevadas.



**Figura 02.** Imagem termográfica de pintinhos

**Fonte:** Arquivo pessoal, 2019.



**Figura 03.** Imagem termográfica de pintinhos

**Fonte:** Arquivo pessoal, 2019.

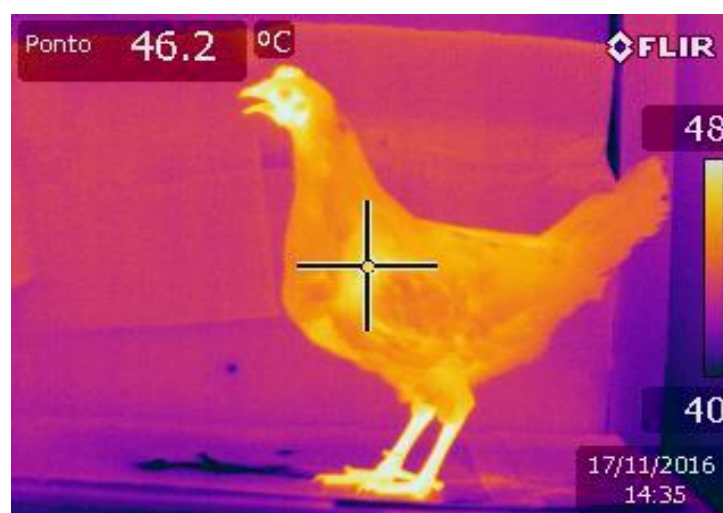
Segundo Graciano (2013), sobre aplicações da termografia infravermelha na produção animal mostraram a eficiência da termografia infravermelha, para identificar variações de temperatura superficial em animais de produção pois o uso de imagens termográficas consentiu maior acurácia nas medidas de perdas 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 na pesquisa sendo no nascedouro e na sala de vacinação.

Santi Alves (2012), avaliou a temperatura superficial e a perda de calor sensível por radiação de frangos de corte e poedeiras, alimentados com diferentes fontes lipídicas utilizando as imagens termográficas. Em frangos de corte, a temperatura superficial foi diretamente proporcional à temperatura ambiental e inversamente proporcional a perda

de calor sensível por radiação independente da fonte lipídica, demonstrando que o óleo de dendê pode ser uma grande alternativa para a produção de frango de corte, sem causar problemas na produção de calor metabólico. Já as galinhas poedeiras a fonte energética não alterou a temperatura superficial ou a perda de calor sensível por radiação, sendo esta influenciada diretamente pela temperatura ambiente.

A implantação de novas tecnologias nas construções dos galpões deve seguir boas práticas de produção, observando as exigências ambientais, biosseguridade e o bem-estar animal (ABREU e ABREU, 2011; NASCIMENTO et al., 2014), no qual as inovações para analisar o meio de criação torna-se imprescindível.

Como condição necessária para alcançar um diagnóstico preciso, é necessário que a avaliação termográfica seja realizada por profissional treinado para correta mensuração e análise dos termogramas. Desta forma, o uso desta técnica de análise digital de imagens, contribui para a avaliação do comportamento animal e, conseqüentemente, também para a avaliação do ambiente interno de criação, utilizando os próprios animais como biossensores (COELHO et al., 2018; GADE e MOESLUND, 2014). A figura abaixo demonstra exatamente como é feita a leitura da temperatura quando a ave está exposta a um ambiente fora da zona de conforto térmico.

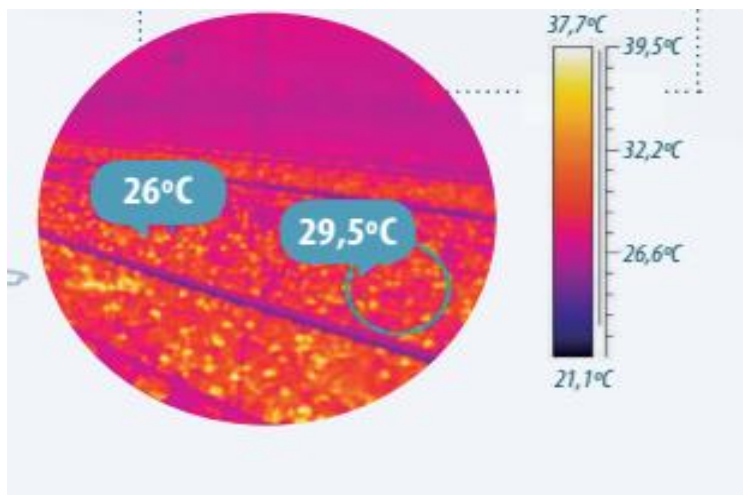


**Figura 04.** Imagem termográfica de franga exposta a ambiente de estresse calórico.

**Fonte:** Souza et al. (2017).

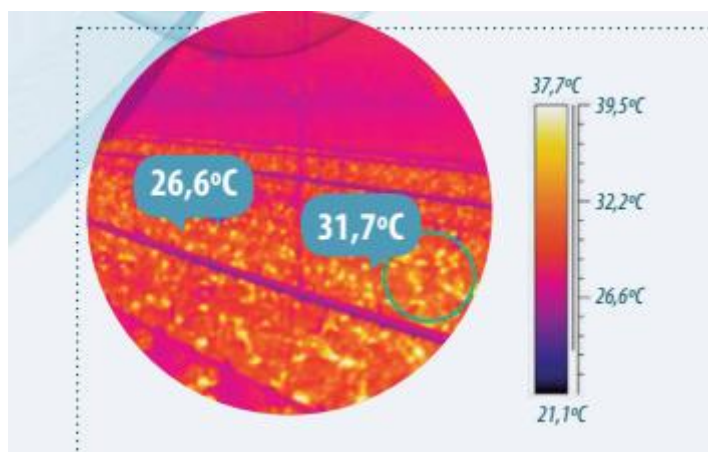
Fairchild (2019) em seu estudo, demonstrou através da utilização de imagens termográficas, que o conforto térmico de frangos de corte com idade de abate em um galpão totalmente fechado foi determinado principalmente pela velocidade do ar, densidade e umidade mais do que pela temperatura, avaliando duas situações, sendo a

primeira com todos os exaustores ligados e a segunda com três exaustores desligados, conforme demonstra as figuras 05 e 06, conseguindo ainda verificar que embora a temperatura do ar na parte superior tenha pouco variado, a diminuição da velocidade do ar, fez com que menos calor fosse dissipado, gerando aumento na temperatura corporal das aves.



**Figura 05.** Imagem termográfica de frangos de corte com idade de abate em um galpão totalmente fechado, com velocidade de ar 167m/min (2,8 m/s).

**Fonte:** Fairchild (2019).



**Figura 06.** Imagem termográfica de frangos de corte com idade de abate em um galpão totalmente fechado, com velocidade de ar nula (1,8 m/s).

**Fonte:** Fairchild (2019).

#### 2.4.1 Termografia Infravermelha na produção de frangos de corte

Em avicultura o uso de câmeras termográficas é eficiente para mensurar a temperatura superficial das aves, que a temperatura superficial está correlacionada com as temperaturas superficiais das instalações (NASCIMENTO et al., 2011).



Vários autores indicam que a presença de pododermatite está diretamente relacionada à umidade da cama, fermentação do substrato e aumento da temperatura, que são características associadas ao reaproveitamento da cama (SHEPHERD; FAIRCHILD, 2010; MENDES et al., 2012; MARTINS et al., 2013). Assim, a termografia infravermelha uma técnica segura para avaliar e resolver tais situações.

A pododermatite é definida como inflamação na pele na região do coxim plantar do frango de corte que origina em lesões, e em casos mais graves progredir para úlceras, necrose e prejudica a locomoção do animal e ocasiona em condenação da carcaça (BILGILI et al., 2009; HOFFMANN et al., 2013).

Aviários que apresentam umidade do ar inferior a 70% alteram a umidade da cama e conseqüentemente favorecem ao aparecimento de pododermatite. Outro fator determinante para o aparecimento da patologia é a temperatura superficial do coxim plantar, onde aves com temperatura inferior a 35°C apresentaram a lesão. Nas aves que apresentam lesão no coxim plantar, há o diferencial de temperatura superficial em relação a ave que não possui lesão, ou seja, há correlação entre o grau de pododermatite e a temperatura superficial (JACOB et al., 2014).

Castilho et al. (2021) concluiu que a termografia infravermelha é uma ferramenta importante para avaliação in vivo das miopatias peitorais em frangos de corte machos, mostrando-se necessária a realização de mais estudos sobre o gradiente de temperatura nas três regiões da musculatura peitoral (cranial, medial e caudal) com o intuito de correlacionar os graus das miopatias com a temperatura superficial do peito, visto que as lesões iniciam-se na parte cranial com graus mais leves e de acordo com o agravamento das miopatias estendem-se por todo o peito.

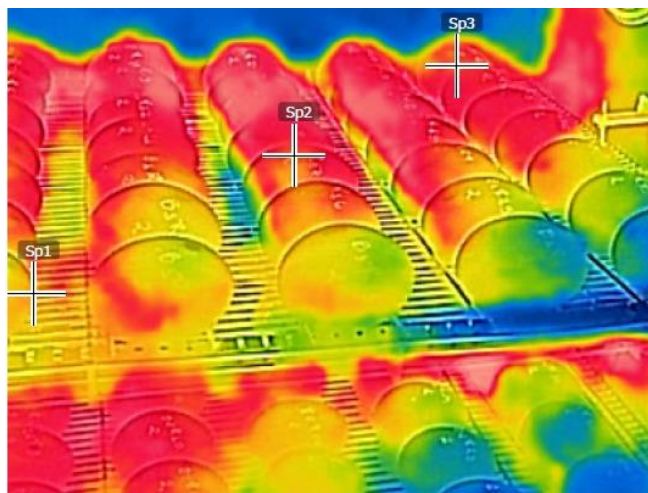
Nascimento et al. (2014) avaliaram o conforto térmico de frangos de corte criados em duas instalações com diferentes sistemas de climatização, dispostos lado a lado na distância de 30 m entre si, o sistema classificado como climatizado possui sistema de ventilação por pressão negativa e resfriamento adiabático evaporativo; o outro aviário, classificado como convencional, possui ventilação natural associada à ventilação forçada por ventiladores, onde correlacionaram as temperaturas superficiais das aves com as condições climáticas da instalação, para estimar a dissipação de calor sensível dos animais com o auxílio da câmera termográfica, afirmaram que a utilização da TIV, é possível estimar a dissipação de calor sensível e avaliar o conforto térmico de frangos de corte.

Ferreira et al. (2011) registraram a produção de calor metabólico de frangos de corte jovens recebendo rações com dois teores de energia, uma dieta controle com 2.950

kcal/kg e uma dieta de alta energia 3.950 kcal/kg. Os mesmos identificaram de forma efetiva a atividade metabólica dos animais, proporcionando diferença da temperatura média superficial, os resultados indicaram que os frangos jovens alimentados com a dieta hiperenergética apresentaram perda de energia metabólica equivalente a  $0,64 \text{ kcal h}^{-1}$ , enquanto as aves alimentadas com a dieta controle perderam  $2,18 \text{ kcal h}^{-1}$ , sendo que o principal objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da termografia infravermelha para detectar variações na produção de calor metabólico em função da energia da dieta, independentemente das condições climáticas.

Utilizando uma câmera termográfica, Nääs et al. (2010) avaliaram a variação da temperatura de superfície corporal de frangos de corte, com 42 dias de idade, criados com a mesma dieta, porém, em instalações com tipologias diferentes, e observaram que as regiões sem penas acompanham a temperatura ambiente com maior facilidade e que as aves perdem mais calor sensível durante a manhã e mais calor latente durante a tarde. Nascimento et al. (2011), trabalhando com frangos de corte, com objetivo de determinar um índice de conforto térmico para as aves baseada na lógica Fuzzy, também utilizaram da termografia infravermelha para obtenção da temperatura superficial das aves, obtendo dados como a temperatura do ar ambiente, que após monitorada foi superior a  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  em 75% dos casos e para cada imagem termográfica de uma ave, foram registrados 10 pontos de temperatura das penas e dez pontos de temperatura da pele, os resultados mostraram que, tanto para a temperatura superficial coberta com penas, como para a temperatura superficial da pele houve diferenças significativas entre todas as classes.

Nääs et al. (2014) avaliaram a perda de calor em pintinhos de um dia em incubatório por meio da técnica de termografia de infravermelho. Para isso calcularam a perda de calor sensível de dez pintainhos selecionados ao acaso na área de nascimento (incubatório comercial) e na sala de vacinação. Após avaliações concluíram que o uso da imagem térmica permitiu estimar a perda de calor sensível para as aves de um dia, e que houve diferença na quantidade de perda de calor nas diferentes partes do corpo analisadas, sendo na área de eclosão, a maior perda de calor ocorreu nas pernas ( $129.2 \text{ J s m}^{-2}$ ); enquanto na sala de vacinação, a maior perda de calor sensível ocorreu para a cabeça ( $176.8 \text{ J s m}^{-2}$ ). Isso provavelmente é devido ao processo inflamatório da vacinação. Além disso, a temperatura da sala de vacinação foi inferior à do incubatório, aumentando a perda de calor sensível das aves. A figura 07, refere-se imagem termográfica da distribuição da temperatura superficial dos ovos.



**Figura 07** - Imagem termográfica de ovos

**Fonte:** Arquivo pessoal, 2019.

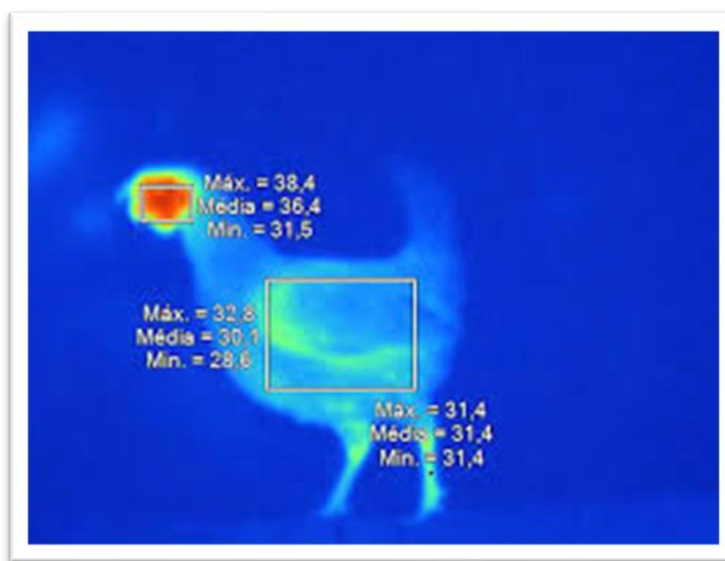
#### **2.4.2 Termografia Infravermelha na produção de galinhas poedeiras**

Usando imagens termográficas para avaliar os efeitos da exposição de poedeiras comerciais pelo frio, Alves et al. (2012) descobriram que aves sob condições de estresse pelo frio perderam aproximadamente quatro vezes mais energia tentando manter a temperatura corporal. Devido a sua capacidade limitada para consumir alimentos, as poedeiras não conseguiram gerar calor metabólico suficiente para equilibrar essas perdas e manter a temperatura corporal, causando uma redução na produção de ovos.

Loyau et al. (2016), salientou que as temperaturas superficiais de áreas sem empenamento podem ser usadas como parâmetro para avaliação do conforto térmico dos animais pois, elas variam de acordo com as mudanças ambientais. Aves mantidas em ambientes quentes apresentam maiores temperaturas superficiais em crista, barbelas, asas e pés do que em regiões empenadas como cabeça, dorso, peito e coxa (MOE et al., 2012).

Segundo Oliveira et al. (2014), galinhas poedeiras afetadas por alterações no equilíbrio ácido básico, devido à exposição ao calor, podem produzir ovos com casca mais fina, pois altera o metabolismo do cálcio durante o processo de formação da casca, isto porque ocorre a redução da ação da atividade da enzima anidrase carbônica importante para formação dos íons de carbonato de cálcio que são essenciais para construção da matriz mineral da casca do ovo. Outro fator importante devido a exposição a altas temperaturas que limita a disponibilidade de cálcio no sangue para a formação da casca do ovo é a redução no consumo de cálcio, via ração.

Camerini et al. (2016), utilizando a termografia infravermelha avaliou a temperatura superficial das aves de postura comercial criadas em dois sistemas de criação (gaiola enriquecida e sistema alternativo), correlacionando com as diferentes condições climáticas de alojamento no interior da câmara climática, e concluiu-se que a temperatura do corpo, da cabeça e da perna aumenta com o aumento da temperatura do ar, e em alguns casos o sistema de criação influencia estatisticamente em relação às aves criadas em gaiola enriquecida ou em sistema alternativo. Na figura 08 logo abaixo, nota-se a imagem termográfica de uma galinha poedeira e observam-se a área seleccionada para estimar a temperatura superficial média.



**Figura 08** – Galinha poedeira capturada por câmera termográfica

**Fonte:** Camerini et. al. (2016)

De acordo com Pereira et al. (2008), houve uma correlação entre a temperatura ambiente e a qualidade de ovos de duas linhagens de poedeiras comerciais. Com o aumento da temperatura do ar, houve formação de ovos de menor porcentagem e peso de casca bem como valores de peso específico.

Como discutido acima, foi possível observar que a tecnologia de termografia infravermelha é uma ferramenta que vem sendo utilizada em diversas pesquisas que envolvem as galinhas poedeiras e se mostram altamente eficazes e seguras. Sendo uma excelente alternativa para visualização de perfil térmico que pode indicar se o animal encontra-se sob estresse térmico.

### 2.4.3 Termografia Infravermelha na produção de codornas

De acordo com Silva et al. (2012) a exploração comercial da codorna no Brasil teve início em 1989, quando uma grande empresa avícola resolveu implantar o primeiro criatório no Sul do Brasil e recentemente iniciou-se a exportação de carcaças de codornas congeladas.

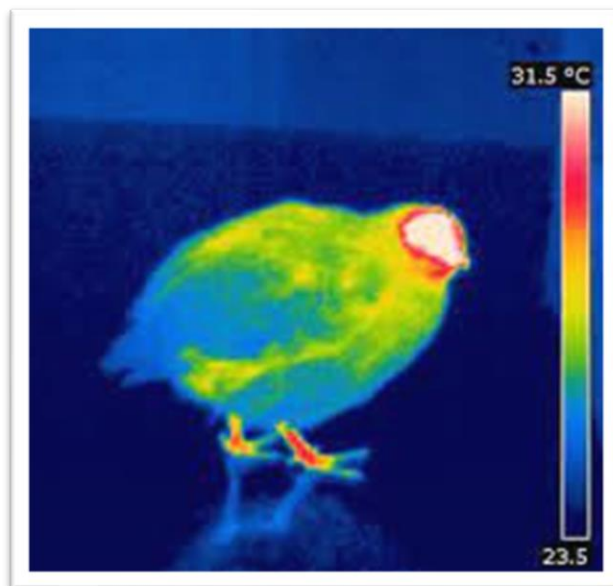
Nos últimos anos, a coturnicultura tem apresentado desenvolvimento bastante elevado, com a adequação as novas técnicas e tecnologias de produção, em que uma atividade tida como de subsistência passa a ocupar um cenário de atividade altamente tecnificada (PASTORE et al., 2012). Os principais fatores que cooperam para isso são: o rápido crescimento da ave, maturidade sexual precoce, alta produtividade, grande número de aves em um pequeno espaço, longevidade na produção, baixo investimento, rápido retorno financeiro. Do lado técnico-econômico, torna-se ainda mais interessante, ao verificar-se o rápido crescimento e atingimento da idade de postura, a elevada prolificidade e o pequeno consumo de ração (TORQUATO et al., 2012).

Castro et al., (2019) através da análise termografia avaliou a influência de diferentes temperaturas do ar na temperatura superficial de codornas japonesas, concluindo que tanto a cabeça quanto os pés apresentaram temperaturas mais altas, verificando ainda que temperaturas do ar acima de 22 °C promoveram um aumento nas temperaturas máxima, média e mínima da superfície. As temperaturas de superfície mais altas são encontradas na região da cabeça e dos pés.

Através da termografia infravermelha, Torquato et al., (2012) avaliou a termorregulação corporal de codornas japonesas sob diferentes temperaturas do ar, obtendo variações das temperaturas em diferentes regiões, como a região da perna apresentou a média geral de 26,01°C, a temperatura cloacal apresentou média geral de 40 a 45°C, em relação à região facial obteve-se média geral de 33,9°C, e a média geral para a área coberta por penas foi de 25,4°C. Os autores concluíram que a termografia infravermelha pode ser utilizada como método não invasivo de medição do estresse térmico em codornas, onde a temperatura das pernas atua como janela térmica.

O estudo de Souza et al., (2013) objetivou verificaram diferenças regionais na temperatura superficial de codornas (*Coturnix coturnix japônica*) utilizando a termografia infravermelha pois as codornas japonesas, apresentam diferenças na temperatura superficial conforme a região corporal, sendo as áreas desprovidas de penas importantes sítios de termólise, em altas temperaturas. Na figura 09 abaixo é possível ver a imagem

de uma codorna, capturada por uma câmera termográfica, e notar ainda a diferença no padrão de cores em diferentes regiões corporais.



**Figura 09** – Codorna capturada por câmera termográfica

**Fonte:** Souza et. al, 2013.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento das temperaturas interna e externa dos galpões nas instalações avícolas, são importantes visando a confecção de um ambiente que propicia conforto térmico aos animais, e métodos não invasivos como a termografia infravermelha vêm ganhando espaço dentro da avicultura, principalmente por ser um mecanismo que permite uma leitura remota da distribuição da temperatura corporal do animal sem contato físico. Podendo ainda determinar o impacto das condições ambientais na produção animal, auxiliando nas tomadas de decisões e promovendo a saúde e bem-estar dos animais, uma vez que a produção animal é limitada principalmente por fatores ligados ao estresse térmico.

Constatou-se por meio desse estudo a eficiência desta tecnologia, indicando resultados com o mapeamento corporal, sendo uma ferramenta que vem sendo utilizada em diversas pesquisas, e se mostram altamente eficazes e seguras para fornecimento de ambiente adequado as aves e como auxílio a diagnóstico de algumas doenças.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU V.M.N.; ABREU P.G.de. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia. Concórdia. v.40, n.5, p.1-14, 2012.

AERTS, M.; WATHES, C. M.; BERCKMANS, D. Dynamic data-based modeling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system. Biosystems Engineering, v.84, n.3,p.257-66, 2003.

ALDRIGUI, L. G., Avaliação do desempenho de poedeiras comerciais mantidas em condições de estresse térmico e submetidas a diferentes equilíbrios eletrolíticos na dieta. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2013

ALVES F. M. S., FELIX G. A., ALMEIDA PAZ I. C. L ET AL Impact of exposure to cold on layer production. Brazilian Journal of Poultry Science v.14, n.3, p.223-226, 2012.

AMARAL, G., GUIMARÃES, D., NASCIMENTO, J. C. CUSTODIO, S. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. BNDES Setorial, v.4, n.3, p.167-207, 2016.

ARAÚJO, F. E.; NÄÄS, I.A.; GARCIA, R.G.; LIMA, N.D.S., PONSO, R. Produção de frangos de corte em aviários Dark House com diferentes fontes de iluminação. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v.10, n.18; p. 87-96, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. Relatório anual Disponível em:

[http:// abpabr.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatoriosanuais/2021](http://abpabr.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatoriosanuais/2021). Acesso em: 22 de março de 2022.

ÁVALO, H. Estimativa do conforto térmico em aviário de frango de corte usando termografia infravermelha. Dissertação programa de pós graduação em engenharia agrícola. Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS 2014.

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.

BILGILI, S.F., ALLEY, M.A., HESS, J.B., BLAKE, J.P., MACKLIN, K.S., SIBLEY, J.L. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research, v.18, n.4, p.583-589, 2009.

BERNARDES, A. T. 2012. Temperatura. Disponível em: [http://otzsrvbom.otimize.com:8080/jspui/bitstream/2050011876/424/1/banner\\_04\\_temperatura.pdf](http://otzsrvbom.otimize.com:8080/jspui/bitstream/2050011876/424/1/banner_04_temperatura.pdf) Acesso em 09 mar 2022.

CAMERINI, N. L., Variação da temperatura superficial de aves poedeiras criadas em dois sistemas de criação utilizando termografia. Agropecuária Científica no Semiárido, ISSN 1808.6845, v.12, n.2, p.145-152, 2016.

CASSUCE, D, C. Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2011.

CASTILHO, V.A.R. et al. Techniques for *in vivo* assessment of myopathies in broiler chicken breasts using a biopsy as a support tool. *Avian Pathology*, 50:6, 477-489, 2021.

CASTRO, J.O. et al. Use of thermography for the evaluation of the surface temperature of Japanese Quail submitted at different temperatures. *Agronomy Research*, 1560–1567, 2019.

COELHO, C.G.H. Qualidade da carne e bem-estar em frangos de corte criados em ambiente enriquecido. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2021. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/202516/chaves\\_ghc\\_me\\_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/202516/chaves_ghc_me_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acessado em: 09 janeiro 2022.

COELHO, D. R. et al. Use of analysis and processing of digital images for evaluation and control of animal behavior in hot climates. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, v.3, n.2, p.23-35, 2018.

COSTA, E.M.S., DOURADO, L.R.B. E MERVAL, R.R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. *Pubvet, Londrina*, v. 6, n. 31, p.1452-9, 2012.

DAGHIR, N. J. Poultry production in hot climates. Cabi, 2008.

DONATO, D. C. Z. et al. A questão da qualidade no sistema agroindustrial do ovo. In: 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2009

DUNBAR M.R, JOHNSON SR, RHYAN JC, MCCOLLUM M. Use of infrared thermography to detect thermographic changes in mule deer (*Odocoileus hemionus*) experimentally infected with foot - and - mouth disease. *Journal of zoo and wildlife medicine*, v.40, n.5, p.296-301, 2009.

EDDY, A.L, Vanhoogmoed LM, Snyder JR. The Role of Thermography in the Management of Equine Lameness. *Veterinary of Journal*, v.3, n.6, p.162:172-181, 2001.

ESPINDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. *Geosul*, v. 27, n. 53, p. 89-114, 2012.

FAIRCHILD, M.C.y.B. Sete Conselhos fundamentais para o manejo da ventilação em túnel, *AviNews Brasil*, 2019 – link de acesso: [file:///C:/Users/User/Downloads/Sete%20conselhos%20fundamentais%20para%20o%20manejo%20da%20ventila%C3%A7%C3%A3o%20em%20t%C3%BAnel%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Sete%20conselhos%20fundamentais%20para%20o%20manejo%20da%20ventila%C3%A7%C3%A3o%20em%20t%C3%BAnel%20(1).pdf)

FERREIRA V.M.O.S, FRANCISCO N.S, BELLONI M, AGUIRRE G.M.Z, CALDARA F.R, NÄÄS IA, GARCIA R.G, ALMEIDA PAZ I.L, Polycarpo GV, Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.1, n.3, p.113-118, 2011.

FERREIRA, K.D. et al. Termografia por infravermelho em medicina veterinária. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v.13 n.23, p.23-36, 2016.

FLORIANO, Luciane Sperandio. Aula 8. Fisiologia da termorregulação. In: *Avicultura: anatomia e fisiologia das aves domésticas*. Urutaí: Rede E-Tec Brasil, p. 80-85, 2013.



FRANZINI, Bárbara Domingues et al. Indicadores sanguíneos hematológicos e hormonais do estresse na avicultura. *Research, Society And Development*, v. 11, n. 3, p. 01-22, 16 fev. 2022.

FURLAN, R.L; MACARI, M. Termorregulação. In: *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. FUNEP/UNESP, Jaboticabal. p. 209- 230. E. ed, 2002.

GADE, R; MOESLUND, T. B. Thermal cameras and applications: A survey. *Machine vision and applications*, v. 25, n. 1, p. 245-262, 2014.

GRACIANO, D. E. Aplicações da termografia infravermelha na produção animal. 2012. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2013.

HOFFMANN, G., AMMON, C., VOLKAMER, L., SÛRIE, C., RADKO, D. Sensor-based monitoring of the prevalence and severity of foot pad dermatitis in broiler chickens. *British Poultry Science*, v.54, n.5, p.553–561, 2013.

HOLZ, S. et al. Bioclimatologia aplicada a Avicultura. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 3, p. 24-32, 2014.

Jacob FG, Bracho MS, NÄÄS I.A, SOUZA R, SARTOR K. Conferência FACTA 2014.

JESUS, B.C.R.S., Importância da ambiência na avicultura de corte – estudo de caso, Salvador, Bahia, 2016. 51p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, 2016.

LEÃO, J.M; LIMA, J.A.M; PÔSSAS, F.P; PEREIRA, L. G.R. Uso da termografia infravermelha na pecuária de precisão. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, v.2, n. 79, p.23-37, 2015.

LÓPEZ, J. C. 5 Manejo para melhorar qualidade do pinto, *AviNews Brasil*, 2019 – Link de [file:///C:/Users/User/Downloads/5%20Manejos%20para%20melhorar%20a%20qualidade%20dos%20pintos%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/5%20Manejos%20para%20melhorar%20a%20qualidade%20dos%20pintos%20(1).pdf) acesso

LOYAU, T. et al. Heritability of body surface temperature in hens estimated by infrared thermography at normal or hot temperatures and genetic correlations with egg and feather quality. *Animal*, v. 10, n. 10, p. 1594-1601, 2016.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal, 2002.

MARTINS, R.S.; HÖTZEL, M.J.; POLETTO, R. Influence of in-house composting of reused litter on litter quality, ammonia volatilisation and incidence of broiler foot pad dermatitis. *British Poultry Science*, Cambridge, v.54, n.6, p.669-676, 2013.

MCGEE, T. D.; *Principles and Methods of Temperature Measurement*, John Wiley & Sons: Nova Iorque, 1988.

MENDES, A.S.; PAIXÃO, S.J.A.; MAROSTEGA, J.B.; RESTELATTO, R.C.; OLIVEIRA, P.A.V.; POSSENTI, J.C.A. Mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v.61, n.234, p.217-228. 2012.

MÉDRAD, L.; TOCHOIRI, H.; Histoire de la Thermochimie, Publications de L'Université de Provence: Aix-en-Provence, 1994.

MOE, R.O. et al. chicks, cold feet. *Physiology & behavior*, v. 179, n.3, p. 42-48, 2017.

MOURA, P.S; FURTADO, D.A; OLIVEIRA, J.F.S; NETO, J. P.L; RODRIGUES, V.P. Temperatura superficial e emissão de calor sensível de codornas japonesas mantidas em diferentes temperaturas. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. CONTECC'2016. Foz do Iguaçu - PR 29 de agosto a 1 de setembro de 2016.

NÄÄS 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. 67:497-502, 2010.

NÄÄS, I. D. A., GRACIANO, D. E., GARCIA, R. G., SANTANA, M. R. D., NEVES, D. P. Heat loss in one day old pullets inside a hatchery. *Engenharia Agrícola*, v.34, n.4, p. 610-616, 2014.

NASCIMENTO, G.R.; NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; PEREIRA, D.F.; NEVES, D.P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.6, p.658–663, 2014.

NASCIMENTO, G.R.; PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; RODRIGUES, L. H. A. Índice Fuzzy De Conforto Térmico Para Frangos De Corte. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.31, n.2, p.219-229, 2011.

NAZARENO, Aérica C. et al . Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, v. 13, n. 6, p. 802-808, 2009.

NETO, Agnaldo Margato *et al.* TERMORREGULAÇÃO EM FRANGOS DE CORTE. In: MEDEIROS, Jackson Andson de; NIRO, Carolina Madazio; MEDEIROS, Jaelyson Max Pereira de. *Produção Animal e Vegetal: Inovações e Atualidades*. Jardim do Serido-Rn: I Congresso Brasileiro de Produção Animal e Vegetal, Organizado Pela Agron Food Academy, 2021. Cap. 31. p. 283-298.

NOBAKHT, Ali; TABATBAEI, Shahram; KHODAEI, Sabir. Effects of Different Sources and Levels of Vegetable Oils on Performance, Carcass Traits and Accumulation of Vitamin E in Breast Meat of Broilers. *Journal of Biological Sciences*, v. 3, n. 6, p. 601-605, 2011.

OLIVEIRA, D. L. et al. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, v. 18, n. 11, p.45-56, 2014.

OLIVEIRA, R, F. M. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.3, n.6, p.810-816, 2000.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P. DE; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. *Revista eletrônica nutritime*. v.9, n.6, p.2041–2049, 2012.

PEREIRA, D. F. et al. Correlations between thermal environment and egg quality of two layer commercial strains. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 10, n. 2, p. 81-88, 2008.

QUINN, T. J.: Temperature. Academic Press: London, 1990.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. *J Anim Behav Biometeorol*, v.2, n.3, p.73-84, 2014

ROSALEN, K. et al. Avaliação da temperatura corporal de frangos de corte usando imagens termográficas. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, p.42176-42184, 2020.

SANTANA, M. H, M. et al. Ajuste dos níveis de energia e proteína e suas relações para galinhas poedeiras em diferentes condições térmicas. *pubvet* v.12, n.1, p.1-12, 2018.

SANTI ALVES, F. M. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, Março de 2012. Calor metabólico de frangos de corte e poedeiras alimentados com diferentes fontes lipídicas. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Ibiara Correia de Lima Almeida Paz. Co-orientadores: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fabiana Ribeiro Caldara.

SHEPHERD, E.M.; FAIRCHILD, B.D. Footpad dermatitis in poultry. *Poultry Science*, Oxford, v.89, n.10, p.2043-2051, 2010. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00770>

SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. *Archivos de Zootecnia*, v.59, n.2, p.113-131, 2010.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.; LACERDA, P.B.; VARGAS, D.G.V.; LIMA, M.R. Exigências nutricionais de codornas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.13, n.3, p.775- 790, 2012.

SOUSA JÚNIOR, J. C.; ROCHA, F. R. T.; COELHO, K. O. Análise bibliométrica sobre galinha e frango caipira/colonial. *Research, Society and Development*, v.9, n., 8, p. 54-63, 2020

SOUZA JR J.B.F Avaliação termográfica de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) *J Anim Behav Biometeorol* v.1, n.2, p.61-64, 2013.

SOUZA, C.F; BAÊTA, F.C.; TINOCO, I.F.F.; FREITAS, L.C.S.R.; CÂNDIDO, M.G.L. Características ambientais dos aviários adotados atualmente no Brasil e respostas no desempenho produtivo. *Animal Business Brasil*, 2017.

TATTERSALL G.J, ANDRADE D.V, A.B.E A.S. Heat exchange from the toucan bill reveals a controllable vascular thermal radiator. *Science* v.32, n.5, p. 468-470, 2009.

TORQUATO, J.L.; SOUZA JR. J.B.F.; QUEIROZ, J.P.A.F.; COSTA, L.M. Termografia infravermelha aplicada a emas (*Rhea americana*). *J Anim Behav Biometeorol*, v.3, n.2, p.51-56, 2015.

TORQUATO, J. L. et al. Visualization of body thermoregulation of japanese quail (*coturnix coturnix japonica*) by infrared thermography. *World's Poultry Science Journal*. Salvador, Bahia, Brazil 5 - 9 August, 2012

VERCESE, F., Efeito da temperatura sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas, UNESP, Botucatu - SP, 2010.

VILAR, A.B. et al. Medição de temperatura: O saber comum ignorado nas aulas experimentais. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 2 p. 2501-2507, 2015.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de condicionamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n. 6, pp. 788-794, 2009.

WEISSENBOCK N.M, WEISS C.M, SCHWAMMER H.M, KRATOCHVIL H. Thermal windows on the body surface of African elephants (*Loxodonta africana*) studied by infrared thermography. Journal of Thermal Biology v.3, n.5, p.182-188, 2010.

ZANUSSO, J, T. et al. Níveis de Energia Metabolizável para Frangos de Corte 1 a 21 Dias de Idade Mantidos em Ambiente de Conforto Térmico. Revista Brasileira de Zootecnia., v.28, n.5, p.1068-1074, 1999.

ZIPROUDINA N, MING Z, HÄNNINEN O.O.P Plantar infrared thermography measurements and low back pain intensity. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutic. V.5, n9, p.219-22, 2006.