



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE  
DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – FCA  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



**TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM DIFERENTES  
SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PARA FRANGOS DE  
CORTE**

**EVERSON DA SILVA MACHADO**

**DOURADOS – MS  
ABRIL/2016**

**EVERSON DA SILVA MACHADO**

**TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM DIFERENTES  
SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PARA FRANGOS DE  
CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade  
Federal da Grande Dourados,  
como parte das exigências da  
disciplina Trabalho de Conclusão  
de Curso para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia  
Agrícola.

Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Co-orientadora Dra. Sarah Sgavioli

DOURADOS - MS  
ABRIL/2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

M1 49t	<p>Machado, Everson da Silva. Termografia infravermelha em diferentes sistemas de iluminação para frangos de corte. / Everson da Silva Machado. – Dourados, MS : UFGD, 2016. 36f.</p> <p>Orientadora: Rodrigo Garófallo Garcia. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Avicultura. 2. Fluorescente. 3. LED. 4. Temperatura superficial. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD – 636.513</p>
-----------	--

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

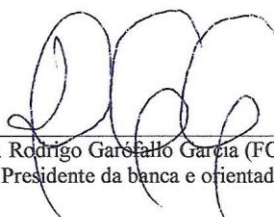
**EVERSON DA SILVA MACHADO**

**TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM DIFERENTES  
SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AGRICOLA

APROVADO EM: 11 / 04 / 16

BANCA EXAMINADORA:



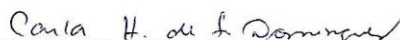
---

Prof. Dr. Rodrigo Garófalo Garcia (FCA/UFGD)  
Presidente da banca e orientador



---

Dr.ª Sarah Sgavioni (PNPD/CAPES)  
Co-Orientadora



---

Dr.ª Carla Heloísa de Faria Domingues (FACE/ PNP/ CAPES)  
Pós-doutoranda

*"São fúteis e cheias de erros as ciências que não nasceram da experimentação, mãe de todo conhecimento. "*

**Leonardo da Vinci**

Dedico este trabalho ao meu pai  
Lauredy de Souza Machado.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta universidade e seu corpo docente, a direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

À minha mãe Lindalva da Silva pelo amor incondicional.

Ao meu pai Lauredy de Souza Machado pelo amor e apoio financeiro, pois sem ele não conseguiria concluir o curso.

A minha namorada Priscila Martins Fernandes pelo incentivo, paciência, carinho e atenção, recebidos durante todos estes anos que estamos juntos, pela importante ajuda na realização deste trabalho. Enfim, por me fazer feliz.

Ao meu orientador Dr. Rodrigo Garófallo Garcia e minha Co-orientadora Dra. Sarah Sgavioli pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

A Dr<sup>a</sup>. Carla Heloísa de Faria Domingues por auxiliar nas sugestões durante a apresentação do trabalho.

Ao amigo Marcos C. Sorgatto, companheiro de trabalho e irmão, na amizade que fez parte da minha formação e que vai continuar presente em minha vida com certeza.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>1</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>2</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>5</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Ambiência na produção de aves</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Importância da luz na produção avícola</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3 Luz de LED</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4 Tipos de fontes de iluminação</b> .....	<b>13</b>
<b>2.5 Termografia infravermelha</b> .....	<b>13</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>17</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>25</b>



## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1.** Dados de temperatura superficial média dos frangos de corte e temperatura interna do ambiente em diferentes idades das aves no aviário com lâmpada fluorescente e LED.

**Tabela 2.** Ganho de peso médio do consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte de acordo com os tratamentos.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Divisão dos aviários em setores.

**Figura 2.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 7 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 7) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 7) por quadrante (Escala 0,5°C).

**Figura 3.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 14 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 14) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 14) por quadrante (Escala 0,5°C).

**Figura 4.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 21 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 21) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 21) por quadrante (Escala 0,5°C).

**Figura 5.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 28 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 28) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 28) por quadrante (Escala 0,5°C).

**Figura 6.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 35 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 35) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 35) por quadrante (Escala 0,5°C).

**Figura 7.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 42 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 42) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 42) por quadrante (Escala 0,5°C).

## RESUMO

A iluminação é uma importante ferramenta de gestão que condiciona a produção de frangos e bem-estar através da modulação de vários fatores fisiológicos e comportamentais. As aves dependem de ambiente interno adequado para poder expressar seu potencial de produção. Diante disso o objetivo do estudo foi avaliar a temperatura superficial, com o auxílio da termografia infravermelha e o desempenho das aves nas diferentes fases de criação em galpões *dark house* com lâmpadas fluorescentes e de diodo emissor de luz (LED). O trabalho foi realizado em aviários comerciais de 150 m de comprimento e 15 m de largura, em Itaquiraí - MS. Foram alojadas 31.500 aves da linhagem *Cobb* de lote misto (fêmea e macho), em dois galpões *dark house*, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6 com dois tipos de lâmpadas (fluorescente e LED) e seis dias de avaliação. (7, 14, 21, 28, 35 e 42). Estimou-se a temperatura superficial (TS) das aves por meio de câmera termográfica (Testo® 880 V 1.4, Germany), as 10 horas da manhã. Foram coletados semanalmente oito imagens termográficas das aves por setores (entrada de ar, centro e saída de ar). Os dados de desempenhos das aves foram coletados semanalmente. As variáveis de TS foram submetidas ao programa SURFER® para gerenciamento de mapas geostatísticos. Os dados de TS e o desempenho foram avaliados utilizando o teste t-Student. A temperatura interna dos galpões não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelas fontes de luz, diferindo apenas a temperatura superficial das aves ( $P<0,05$ ) aos 7 e 14 dias de idade. Esta variação de temperatura interna possui relação direta com a temperatura da superfície das aves, no entanto, não aconteceu no presente estudo. A diferença da temperatura superficial entre os galpões de acordo com a fonte de luz, não interferiu no desempenho das aves ( $P>0,05$ ), portanto, ambas as fontes de luz podem ser utilizadas em criações de frangos de corte, sem comprometer sua produtividade. Lâmpadas fluorescentes podem ser substituídas por lâmpadas de LED, sem comprometer o desempenho das aves, interferindo apenas na temperatura superficial aos 7 e 14 dias de idade, período este não crítico para a avicultura de corte.

**Palavras-chaves:** Avicultura, Fluorescente, LED, Temperatura Superficial.

## ABSTRACT

Lighting is an important management tool that affects the production of chickens and wellness by modulating many physiological and behavioral factors. The birds depend on adequate internal environment to be able to express their production potential. Therefore the aim of this study was to evaluate the surface temperature with the aid of infrared thermography and bird performance at different stages of creation in sheds dark house with fluorescent lamps and light emitting diode (LED). The work was carried out on commercial poultry 150m long and 15 m wide, in Itaquiraí - MS. 31,500 birds were housed in mixed batch Cobb (female and male), in two sheds dark house, distributed in a completely randomized design in factorial arrangement 2x6 with two types of lamps (fluorescent and LED) and six-day trial. (7, 14, 21, 28, 35 and 42). The surface temperature was estimated (TS) of the birds through thermographic camera (Testo® 880 V 1.4, Germany), the 10 hours of the morning. Weekly were collected eight thermographic images of birds by sectors (air intake and air outlet center). The performance data of the birds were collected weekly. TS variables were submitted to SURFER® program for managing geostatistical maps. TS data and performance were performed using Student's t-test. The internal temperature of the sheds was not affected ( $P > 0.05$ ) for light sources, differing only the surface temperature of the birds ( $P < 0.05$ ) after 7 and 14 days of age. This internal temperature change has a direct relationship with the surface temperature of the birds, however, did not happen in the present study. The difference in surface temperature between sheds according to the light source, had no effect on broiler performance ( $P > 0.05$ ), so both light sources can be used in broiler creations without compromising its productivity. Fluorescent bulbs can be replaced by LED lamps, without compromising bird performance, intervening only in the surface temperature at 7 and 14 days of age, a period not critical for poultry production.

**Keywords:** Poultry, Fluorescent, LED, Surface Temperature.

## 1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de iluminação de ambientes teve grande avanço nos últimos anos e a adequação do sistema de iluminação com melhor custo benefício é relevante no momento da escolha da fonte de iluminação na criação de frangos de corte. As lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) apresentam benefícios em relação às lâmpadas comumente utilizadas (incandescente e fluorescente), como menor gasto energético e maior tempo de vida útil, tornando-se uma alternativa viável para a aplicação na avicultura industrial (GONGRUTTANANUN, 2011; MARTELETO, 2011).

A iluminação para frangos de corte tem a finalidade de permitir melhor ingestão de ração e água, crescimento e adaptação nos primeiros dias de vida. A qualidade, intensidade, fotoperíodo e cor da luz interferem no comportamento e desenvolvimento das aves (MENDES et al., 2010). A intensidade e duração luminosa devem atender as alterações que ocorrem no metabolismo das aves, em diferentes idades e variar conforme a meta de peso final exigido pelo mercado. A fonte de luz ideal seria aquela que objetivasse maximizar a produção e reduzir o consumo de ração e gasto de energia elétrica (FREITAS et al., 2005).

Com o intuito de maximizar a produção e reduzir os gastos de energia o LED é uma alternativa tecnológica eficaz que vem ganhando espaço na avicultura, garantido uma boa eficiência energética, portanto, tornam-se necessários estudos que modifiquem e atualizem os setores avícolas, viabilizando a competitividade da produção.

Apesar dos avanços da avicultura de corte, o controle da produção avícola não está sendo o mais eficaz, uma vez que as variáveis medidas, que são responsáveis pelo acionamento e controle de sistemas automáticos, são indiretas, e não representam efetivamente o bem-estar ou necessidade dos animais. O desafio é, portanto, o desenvolvimento de metodologias para avaliação das reais necessidades ambientais das aves e que possam ser utilizadas para acionamento de controles de sistemas de climatização e alimentação, de forma que possam garantir maior eficácia na produção (PEREIRA, 2005).

A análise termográfica utilizada para fazer o mapeamento da temperatura superficial das aves, que é uma forma de medição não invasiva, proporciona também a estimativa de perda de calor. É importante o cálculo das transferências de calor e de massa entre as aves e o ambiente ao seu redor, para o dimensionamento de sistemas de ventilação e resfriamento

evaporativo, bem como a inferência sobre o manejo das aves (AERTS et al., 2003; YAHAV et al., 2005).

Diante disso o objetivo do estudo foi avaliar a temperatura superficial, com o auxílio da termografia infravermelha e o desempenho das aves nas diferentes fases de criação em galpões *dark house* com lâmpadas fluorescentes e de diodo emissor de luz (LED).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A avicultura brasileira precisa encontrar um equilíbrio entre o ambiente e a produtividade das aves. Em fato, garantindo bem-estar animal pode oferecer melhores resultados financeiros, uma vez que aumenta as margens de lucro do produtor e permite manter as cotas de exportação de frango brasileiro para os Estados Unidos (NÄÄS et al, 2008). Há um consenso geral em torno da definição de bem-estar animal, ou seja, um equilíbrio entre o animal em causa e o seu ambiente envolvente. Em prática, isto pode ser entendido como, proporcionando-lhes saúde e conforto suficiente, assim como evitar o estresse de qualquer ordem. Apesar de tudo, se uma ave não é adequadamente alojada, há uma perda direta na produção. Este fato nos leva a concluir que a saúde, bem-estar, produtividade estão intimamente ligados (MOURA et al., 2006). Gonyou et al, (1994) afirma que, quando o bem-estar animal começou a ser estudado, os únicos fatores comportamentais considerados foram aqueles relacionados à alimentação e reprodução. Esses primeiros estudos utilizados como indicadores de bem-estar sobre a expectativa de vida do animal esta reduzida, prejudicando crescimento, reprodução prejudicada, dano corporal, imunossupressão, doença, atividade adrenal e anomalias de comportamento. Diante desta preocupação com as aves, é necessário dar importância a outros processos de criação, como o fator iluminação, que envolve em grande parte no seu desenvolvimento.

A luz é uma importante ferramenta de gestão para regular produção de frangos e bem-estar através da modulação de vários fatores fisiológicos e comportamentais. A luz artificial para frangos de corte consiste em três aspectos: fotoperíodo, comprimento de onda e intensidade de luz. Todos estes aspectos têm efeitos significativos sobre a produção e o bem-estar de frangos de corte. Será possível por meio de inúmeras pesquisas identificarem o melhor desenvolvimento do animal diante das diferentes variáveis de temperatura e assim propor um melhor método de criação que esse frango possa atingir seu melhor potencial genético e com isso utilizar uma linha de produção com mais eficiência (DEEP et al., 2010).

### 2.1. Ambiência na produção de aves

A ambiência estuda os efeitos do ambiente na produção animal e o ambiente pode ser definido como a soma dos impactos dos circundantes biológicos e físicos e

constitui-se em um dos responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola. Isto porque, na maioria dos casos, as aves domésticas são confinadas, proporcionando pouca margem de manobra para os ajustes comportamentais necessários para a manutenção da homeostase térmica. Portanto, considerando que na maioria dos sistemas de produção de aves, na América Latina, os fatores climáticos são pobremente manipulados e gerenciados, o microambiente para a produção e bem-estar do frango de corte, nem sempre é compatível com as necessidades fisiológicas dos mesmos. Os efeitos estressores do ambiente podem estar vinculados a: velocidade e temperatura do ar, temperatura radiante, disponibilidade de água, umidade da cama, pois comprometem a função vital mais importante das aves, que é a homeotermia (FURLAN, 2006).

Podemos relatar que os frangos de corte dependem de ambiente adequado para poder expressar seu potencial de produção. Dessa forma, necessitam de faixas de temperatura e umidade adequadas para cada fase de criação. Estas faixas, contudo, vem sofrendo ajustes no tempo e no espaço, em função da evolução genética, formas e manejos de criação, densidade de alojamento, intensidade de acondicionamento ambiente a que são submetidos e, por conseguinte, a adaptação e aclimatização a específicas regiões climáticas do mundo (CASSUCE, 2011).

Desta forma, o calor gerado pelos processos metabólicos e o recebido do ambiente devem ser dissipados do corpo da ave para o meio, a fim de que a homeotermia seja mantida. Essas trocas de calor são realizadas com gasto mínimo de energia em ambiente termoneutro. Entretanto, quando submetidas a altas temperaturas, as aves apresentam maior dificuldade em manter sua temperatura corporal, porque não têm glândulas sudoríparas e a camada isolante da cobertura de penas dificulta a troca de calor com o meio. O aumento da taxa respiratória é, portanto, o mecanismo termorregulatório mais eficiente para dissipar o calor corporal em condições de estresse de calor. Dessa maneira, o requerimento de energia para manutenção das aves expostas a diferentes temperaturas ambientes pode ser alterado (OLIVEIRA NETO et al., 2000).

Para aumentar a dissipação de calor dos tecidos, onde ele é produzido, para a superfície do corpo, onde ele é dissipado, a ave utiliza mecanismos de perda de calor sensível e latente. A dissipação de calor sensível ocorre através dos mecanismos não evaporativos, ou seja: radiação, convecção e condução. Assim, a ave para aumentar a dissipação de calor, procura maximizar a área de superfície corporal, agachando, mantendo as asas afastadas do corpo, induz piloereção e aumento do fluxo sanguíneo



para os tecidos periféricos não cobertos com penas (pés, crista, barbela). Desta forma, a ave faz com que haja uma troca de calor sensível para o meio ambiente, pois o sangue possui, de forma similar a da água, grande capacidade de transportar calor, dos tecidos até a superfície corporal, a fim de que haja troca de calor com meio ambiente (FURLAN, 2006).

Segundo Tinôco (1998), um ambiente é considerado confortável para as aves adultas quando apresenta temperaturas de 16 a 23°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Entretanto, dificilmente estes valores são encontrados em condições comerciais de produção, sobretudo no verão. Temperaturas abaixo e, principalmente, acima da termoneutra podem resultar em alterações metabólicas, com conseqüente queda do desempenho das aves.

Aves submetidas a condições ambientais desfavoráveis apresentam comportamentos alimentar e físico característicos. A exposição de frangos a altas temperaturas causa redução na ingestão de alimentos, prejudicando a taxa de crescimento, o rendimento do peito e a qualidade da carne, além de provocar desperdício de energia da produção para promover a perda de calor (DOZIER et al., 2006; LU et al., 2007).

Oliveira Neto et al. (2000) estudando o efeito da temperatura ambiente sobre desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável em 160 frangos de corte machos Hubbard de 21 dias de idade alojados em ambiente com temperatura termoneutra ( $23,3 \pm 0,58^\circ\text{C}$ ) ou quente ( $32,3 \pm 0,31^\circ\text{C}$ ) até 42 dias de idade. Os autores verificaram que o ganho de peso e conversão alimentar foram influenciados negativamente pelo calor. Embora os pesos absolutos da carcaça e dos cortes (coxa, sobrecoxa, pernas e peito) e o rendimento de peito dos frangos mantidos sob estresse de calor tenham sido reduzidos, o rendimento de carcaça aumentou.

Em situação de estresse por frio, animais em crescimento ou adultos, mantêm o consumo de alimento, gerando incremento calórico, porém a energia que serviria para deposição tecidual, em grande parte é utilizada para manutenção, diminuindo assim o desempenho. Em pintos, durante a fase pré-inicial, o estresse por frio diminui o consumo de alimento, gastando reservas para a termogênese e influenciando negativamente no desenvolvimento anatômico-fisiológico. Isto reflete no desenvolvimento dos animais durante as demais fases de criação, resultando em queda

de produtividade, lotes desuniformes, perda de peso e piora na conversão alimentar (ALMEIDA, 2010).

Assim, para o animal homeotermo, como é o caso das aves, a temperatura do ambiente a que se encontra exposto, tem papel decisivo sobre todas as suas respostas fisiológicas, permitindo ou não que a produtividade máxima obtida pela espécie seja atingida. Um animal homeotermo alojado em ambiente onde a temperatura se encontra fora da zona de conforto necessita desviar energia de produção para buscar a manutenção da homeotermia, considerada a função basal mais importante e prioritária (CASSUCE, 2011).

## **2.2. Importância da luz na produção avícola**

Os aviários modernos são cuidadosamente iluminados visando à redução de canibalismo, de movimentação das aves, e custos com energia elétrica. Muito se sabe sobre os efeitos da iluminação sobre a produção, mas é necessário conhecer melhor o espectro luminoso e sua relação ao seu efeito sobre as fases de criação das aves e diminuir os gastos com a produção (TECHNORTE, 2014).

Na busca da tecnificação na avicultura, a iluminação foi um dos fatores que mais evoluiu. A intensidade luminosa, a distribuição, a cor e a duração da luz, afetam o desempenho e o bem-estar do lote. O posicionamento adequado das fontes de luz e sua distribuição estimulam as aves a procurar alimento, água e calor durante a fase de recria.

Durante a fase de crescimento, a iluminação pode ser útil para moderar o ganho de peso e aperfeiçoar a eficiência da produção e a saúde do lote (PAIXÃO et al., 2011a).

A intensidade de luz deve ser de 20 lx nos primeiros dias de vida e entre 5,0 e 10,0 lx posteriormente. Nos primeiros três a quatro dias, os pintos devem receber iluminação contínua com apenas uma hora de escuro para se acostumarem à escuridão, caso haja falta de energia. A partir daí, a definição do programa de luz deve ser um processo criterioso (BONA, 2010).

O manejo de luz é uma técnica muito útil e de baixo custo de produção e os princípios que envolvem a importância da iluminação são: fonte de luz e comprimento de onda, intensidade de luz, duração e distribuição do fotoperíodo (programas de iluminação), (MENDES et al., 2010). A iluminação é um componente crítico do ambiente de instalações comerciais de frangos de corte que podem influenciar a saúde,

produtividade e bem-estar das aves confinadas. Os frangos de corte primitivos viviam em um ambiente natural, onde a iluminação foi substancialmente diferente da iluminação artificial usado dentro das instalações avícolas comerciais atuais (MENDES et al., 2013). Essa iluminação é um fator amplamente utilizado para avaliar o comportamento e produção das aves, portanto, o planejamento do programa de iluminação deve obedecer a critérios de produção e legislação. Durante muito tempo utilizavam programas com 23 a 24 horas de luz a fim de proporcionar o maior consumo de ração e aumento na lucratividade. Porém após muitas pesquisas, observaram que utilizando fotoperíodos moderados reduziria o estresse e melhoraria o desempenho do bem-estar das aves (MENDES et al., 2010).

A manipulação do fotoperíodo na avicultura é uma ferramenta muito útil e de baixo custo. Segundo Mendes et al. (2010) o fotoperíodo é essencialmente uma alteração na intensidade luminosa, assim, é esperado que a cor, que é basicamente uma alteração na intensidade em certos comprimentos de onda, afete o crescimento e o comportamento das aves. Porém percebe-se que o manejo de luz vem sendo pouco utilizado ou utilizado de forma inadequada.

O uso de um programa de luz é ideal para garantir o bom desenvolvimento dos frangos de corte principalmente na fase de cria. Segundo Rutz & Bermudez (2004), os programas de luz podem ser classificados em luz constante, intermitente e crescente. No programa de luz constante, utiliza-se um fotoperíodo de mesmo comprimento, durante todo o ciclo de crescimento, possibilitando acesso uniforme aos comedouros durante todo o dia. Baseia-se no princípio de que as aves consomem pequenas quantidades em intervalos regulares. Já o programa de luz intermitente, apresenta ciclos repetidos de luz e escuro dentro de um período de 24 horas. Acredita-se que a luz intermitente sincronize melhor o consumo de alimento com a passagem do bolo alimentar pelo trato digestório dos frangos. Além disso, durante o período escuro do ciclo, a produção de calor é reduzida. E o programa de luz crescente, que fornece uma série de fotoesquemas, nos quais o fotoperíodo é aumentado conforme o frango avança a idade. O fotoperíodo inicial curto visa propiciar a redução no consumo de ração e na taxa de ganho de peso, sem afetar o desenvolvimento esquelético. Dessa forma, o esqueleto é capaz de suportar a velocidade do desenvolvimento da massa muscular. Além disso, frangos expostos a fotoperíodos crescentes apresentam maior movimentação e busca por alimento, os quais seriam responsáveis pelo ganho compensatório na fase final do período de criação.

Segundo Kawauchi et al. (2009), aves criadas no programa de luz contínua apresentaram maiores valores para ganho de peso e consumo de ração em relação às submetidas ao programa de luz crescente. Já Paixão et al. (2011b) comparando o Diodo Emissor de Luz (LED) branco e fluorescente, constatou que não houve diferença significativa para o desempenho das aves, mas houve diferença significativa entre os sexos para consumo de ração e conversão alimentar, sendo que os machos se sobressaíram em relação às fêmeas. O programa de luz relacionado com as fases de criação das aves pode trazer grandes benefícios para a produção de frango de corte, proporcionando melhor desenvolvimento com conseqüente desempenho das aves. Deste modo, Kawauchi Et al. (2009) afirmam que um programa de restrição de luz bem elaborado com a cor da luz ideal no início do crescimento, geralmente, melhora a conversão alimentar e a sobrevivência, diminuindo, ao mesmo tempo, patologias como ascite e entortamentos de pernas.

### **2.3. Luz de LED**

A busca por novas tecnologias de iluminação, associado à longa vida útil deste componente eletrônico, estimulou o desenvolvimento de sistemas de iluminação a LED, cujas primeiras aplicações deram-se na substituição das lâmpadas dicróicas e de halogênio, na iluminação localizada (BONA, 2010). Essa luz de LED possui uma capacidade de controle de composição espectral e saída de luz alta com pouco calor radiante tornando esta tecnologia potencialmente um dos avanços mais significativos em iluminação (MORROW, 2008).

LED é a sigla em inglês para diodo emissor de luz, material semicondutor com o qual se fabricam tais lâmpadas. Quando uma corrente elétrica percorre o diodo, ele é capaz de emitir luz. A vantagem dessas lâmpadas em relação às demais é que consomem menos energia e duram mais tempo (SCRIBD, 2014). O LED surgiu na década de 60 e, hoje é conhecido mundialmente pela sua alta eficiência luminosa e elevada vida útil. Esta eficácia luminosa atinge 100 lm W-1, sendo superior às lâmpadas incandescentes (15 lm W-1) e fluorescentes (80 lm W-1) (OSRAM, 2007). Já a empresa Cree, fabricante de dispositivos semicondutores divulgou eficácia luminosa de 131 lm W-1 em seu produto (CREE, 2006; LEDs MAGAZINE, 2006). Outra fabricante de LEDs, a Nichia Corporation, afirma ter alcançado 138 lm W-1 de eficiência luminosa (NARUKAWA, 2006).

Destaca-se a importância de conhecer seu funcionamento e entender como ela contribui em todo o processo de produção de frangos de corte. Um LED é composto por um chip de material semicondutor tratado para criar uma estrutura chamada P-N (positivo-negativo) de junção. Quando conectado a uma fonte de energia, a corrente flui do lado p ânodo para o lado n, ou catodo, mas não no sentido inverso. Quando um elétron encontra um buraco, ela cai em um nível mais baixo de energia, e libera energia na forma de um fóton (luz) (TECHNORTE, 2014). Outra característica também considerada importante, não só para iluminação pública, como para qualquer sistema de iluminação é o tempo de uso da lâmpada ou fonte luminosa. A vida útil de um LED pode atingir até 50.000 horas (LUXEON, 2008). Este valor é muito superior se comparado ao das lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas, que alcançam 1.000 horas e 8.000 horas de uso, respectivamente (OSRAM, 2007).

Já existem LEDs disponíveis comercialmente, capazes de emitir luz na faixa do ultravioleta, mas até um comprimento de onda de 365 nanômetros, ou seja, ainda na faixa do quase infravermelho (ROSA & ARAÚJO, 2010). Isso pode proporcionar um ambiente mais próximo ao natural para as aves, garantindo que elas expressem melhor o seu comportamento. Vale destacar a variação de cores que são atribuídas ao LED, sendo elas: a infravermelha, vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, violeta, roxa, ultravioleta e branco, sendo que todas essas cores possuem comprimento de onda (nm) e material semicondutor diferente.

#### **2.4. Tipos de fontes de iluminação**

Na procura de aperfeiçoar a produção de frangos de cortes, o uso da iluminação é fator determinante para garantir o desenvolvimento das aves, podendo destacar uma gama de fontes de luz que são utilizadas em galpões comerciais. Os tipos mais comuns de iluminação em aviários brasileiros são as lâmpadas incandescentes e as fluorescentes, porém há uma nova lâmpada já testada e de grande utilidade e economia no setor avícola: as lâmpadas de vapor de sódio. Lâmpadas incandescentes são muito utilizadas na produção de aves de corte, entretanto as lâmpadas fluorescentes possuem várias vantagens, como: vida útil 20 vezes mais longa e quatro vezes mais eficiência energética que as lâmpadas incandescentes, aparente percepção mais "brilhante e clara", o que torna mais fácil a inspeção e manejo do lote em comparação com lâmpadas incandescentes de mesma intensidade (MENDES et al., 2010). A instalação das

lâmpadas incandescentes é barata e estas fornecem uma faixa de iluminação uniforme; porém, os custos operacionais são altos e esta lâmpada gera muito calor, indesejável nos dias quentes. As lâmpadas fluorescentes apresentam maior custo inicial, realmente produzem mais luz por watt, porém a intensidade diminui com o tempo e as lâmpadas necessitam ser substituídas. Já as lâmpadas de vapor de sódio apresentam maior custo inicial, porém menor manutenção e maior vida útil (MENDES et al., 2008).

Segundo Etches (1996), não importa o tipo de lâmpada utilizada (fluorescente, incandescente, vapor de sódio, etc.), no entanto, sabe-se que cada lâmpada oferece um espectro luminoso diferente, e este fator pode causar influência sobre a produção de frangos de corte. Aviários, normalmente equipados com grande número de lâmpadas incandescentes, já vem sendo salientada há algum tempo (CEMIG, 1996) e, também, indicada para tema de projeto de eficiência energética (ANEEL, 1999). As lâmpadas incandescentes, usualmente empregadas, apresentam baixa taxa de conversão lm W<sup>-1</sup>, da ordem de 15 lm W<sup>-1</sup>, além de pequena durabilidade (vida média de 1000 h), fato que aumenta os gastos com reposição. Um galpão de 100 x 12 m emprega 100 a 120 lâmpadas incandescentes de 100 W, chegando o sistema a permanecer em funcionamento durante 17 h diárias (JORDAN & TAVAREZ, 2005).

Embora grupos de aves criados em ambientes com luz incandescente e natural tenham demonstrado uma preferência pelos ambientes equipados com luz incandescente, não foi possível determinar quais características das lâmpadas (intensidade, comprimento de onda ou oscilação) foram as mais importantes para a preferência das aves (GUNNARSSON et al., 2008).

Um estudo realizado na região Sudoeste do Paraná, monitorando a intensidade luminosa (lx) em 30 aviários de frango de corte e em 15 pontos para cada aviário, visando um comparativo entre lâmpadas fluorescentes e incandescentes (MENDES et al., 2008), demonstrou que em média os aviários equipados com lâmpadas fluorescentes apresentaram significativamente ( $p = 0,000$ ; CV = 18,396%) maior intensidade luminosa ao nível das aves (27,8 lx) enquanto que as lâmpadas incandescentes apresentaram apenas 13,6 lx.

A substituição de lâmpadas incandescentes por outras lâmpadas de alta eficiência como as fluorescentes compactas causaria economia de cerca de 70% de energia elétrica nos aviários. Outros procedimentos causariam redução ainda mais significativa (COTTA, 2002). Alguns destes procedimentos podem ser exemplificados como os tipos de programas de luz adotados para a produção de frangos de corte, ou até

mesmo o emprego de novas tecnologias de iluminação existentes na atualidade, como é o caso do LED (Diodo Emissor de Luz).

## **2.5. Termografia infravermelha**

A ave perde calor, primordialmente de forma sensível e latente. Dentre as formas de perda de calor sensível temos a condução, na qual o animal perde calor através de superfícies como, por exemplo, a cama. A perda de calor para o ambiente está relacionada com a temperatura superficial da ave, que consiste em um somatório de contribuições ponderadas pela área de cada parte (NASCIMENTO, et al 2011). Desse modo, a temperatura superficial média das aves está fortemente associada com as temperaturas superficiais da instalação, ou seja, temperaturas superficiais da cortina lateral, do forro e da cama (NASCIMENTO et al., 2014).

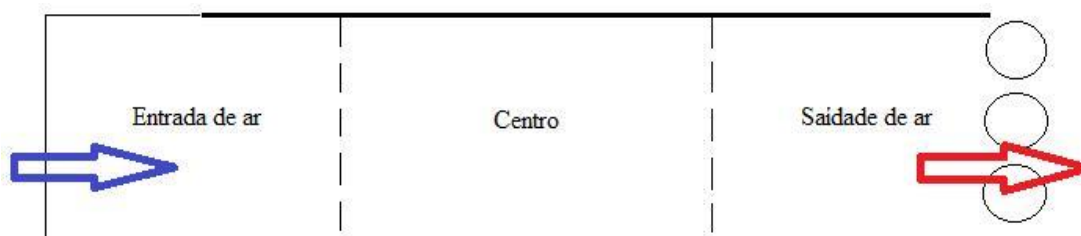
Câmeras de infravermelho são ferramentas úteis para a avaliação da temperatura superficial das aves. A análise termográfica surgiu como técnica de mapeamento da temperatura superficial das aves, principalmente por ser uma forma de medição não invasiva, propiciando também a estimativa de perda de calor (NASCIMENTO et al., 2011). Cada objeto na terra gera calor na forma de radiação infravermelho que depende da propriedade da sua camada superficial. Esse equipamento é capaz de detectar esse tipo de radiação para processamento dos dados obtidos, que são apresentados na forma de mapas de temperatura prevendo uma detalhada análise da temperatura do campo (NASCIMENTO, et al 2011).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em dois aviários comerciais em Itaquiraí – MS, localizado na rodovia BR 163 - km 74, com latitude 23° 28' 28" e longitude 54° 11' 06", de clima subtropical. Os aviários avaliados foram no sistema de pressão negativa: *Dark House*, com dimensões de 150 metros de comprimento, com 15 metros de largura e 3,80 metros de pé-direito.

Foram alojadas 31.500 aves da linhagem *Cobb* de lote misto (fêmea e macho), distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6 com dois tipos de lâmpadas (fluorescente e LED branca) e seis dias de avaliação (7, 14, 21, 28, 35 e 42). O manejo das aves foi realizado conforme manual da empresa integradora. O programa de iluminação aplicado de acordo com a idade das aves foi: 23 horas de luz (7 dias de idade), 18 horas de luz (8-21 dias de idade), 20 horas de luz (22-35 dias de idade) e 22 horas de luz (36-45 dias de idade).

Estimou-se a temperatura superficial (TS) das aves por meio de câmera termográfica (Testo® 880 V 1.4, Germany), com precisão de  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  e no espectro de 7.5 - 13  $\mu\text{m}$ , às 10 horas da manhã. Foram coletados semanalmente oito imagens termográficas das aves por setores (entrada de ar, centro e saída de ar – Figura 1). Foram utilizadas duas aves por imagem e aferiu-se 10 pontos de temperatura em cada ave. A câmera foi posicionada à distância de 1m de altura em relação às aves a fim de preencher a melhor da imagem. Foi utilizado um coeficiente de emissividade ( $\epsilon$ ) de 0,95 para todas as regiões da ave. Os dados de desempenho (ganho de peso médio, consumo de ração e conversão alimentar) das aves foram coletados semanalmente.



**Figura 1.** Divisão dos aviários em setores.

A temperatura superficial e os dados de desempenho foram analisados pelo teste t-Student, admitindo normalidade dos dados. Os dados foram processados utilizando o software online Vassarstats (2014). As variáveis de TS foram analisadas pelo programa SURFER® versão 10 (2011) para gerenciamento de mapas geoestatísticos.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da análise descritiva dos dados observou-se que a temperatura interna do galpão permaneceu próxima do conforto térmico das aves durante todo o período de criação. As menores temperaturas superficiais foram observadas nas aves que se encontravam no setor de entrada de ar do galpão, ou seja, próxima ao sistema de refrigeração (tabela 1).

**Tabela 1.** Dados de temperatura superficial média dos frangos de corte e temperatura interna do ambiente em diferentes idades das aves no aviário com lâmpada fluorescente e LED.

Idade das aves (dias)	Temperatura superficial média (°C)								Temperatura interna (°C)	
	Entrada de ar		Centro		Saída do ar		Média			
	Flu	LED	Flu	LED	Flu	LED	Flu	LED	Flu	LED
7	32,45	32,41	33,90	34,97	34,44	34,57	33,60	33,99	28,2	28,9
14	32,33	35,71	33,99	34,13	34,72	35,35	33,68b	35,06a	27,3	27,1
21	33,28	35,24	34,94	35,94	35,35	35,82	34,52b	35,66a	26,8	26,5
28	30,57	30,17	32,02	30,73	32,09	31,34	31,56	30,75	26,7	26,8
35	29,42	27,83	30,26	30,31	28,56	31,18	29,55	29,77	26,0	25,8
42	30,78	30,17	30,92	31,40	30,79	31,90	30,83	31,16	25,2	26,8

Flu: fluorescente; LED: diodo emissor de luz. a-b: medias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ), pelo teste de t-Student.

Aos 14 dias ( $p=0,00098$ ) e 21 dias ( $p= 0,0002$ ), a temperatura superficial das aves no galpão com LED foram maiores do que as do galpão usando lâmpada fluorescente. A variação da temperatura superficial das aves criadas em ambiente com LED pode ser explicado pela sua eficiência luminosa que atinge  $100 \text{ lm W}^{-1}$ , sendo superior às lâmpadas incandescentes ( $15 \text{ lm W}^{-1}$ ) e fluorescentes ( $80 \text{ lm W}^{-1}$ ) (OSRAM, 2014). Aos 28 dias ( $p=0,40$ ), 35 dias ( $p=0,60$ ) e 42 dias ( $p= 0,30$ ) as temperaturas superficiais das aves não diferiram em função dos tratamentos, provavelmente pelas mudanças das condições ambientais que se adequaram a estas idades, para manter o conforto térmico animal. As temperaturas internas dos dois galpões não diferiram

durante o experimento ( $p=0,65$ ). Ausência de efeito na temperatura interna dos galpões foi determinante para os resultados não significativos, aos 28, 35 e 42 dias de idade.

Nascimento (2011) em estudo feito em dois sistemas de ventilação descreve que a temperatura superficial média das aves (TS) possui maior correlação com as temperaturas superficiais do entorno do galpão: cortina lateral, forro e temperatura superficial da cama.

Com relação ao ganho de peso (GPM) ( $p=0,8$ ) consumo de ração ( $p=0,7$ ) e a conversão alimentar (CA) ( $p=0,9$ ) não houve diferença entre os sistemas de iluminação (fluorescente e LED) nas fases de criação das aves (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias). Estes dados corroboram com os de PAIXÃO et al. (2011) onde não observaram efeito sobre o desempenho das aves, submetidos a dois tipos de iluminação (lâmpada fluorescente compacta e LED branca).

**Tabela 2.** Ganho de peso médio consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte de acordo com os tratamentos.

Idade das aves (dias)	Ganho de peso médio (g)		Consumo de ração (g//ave/dia)		Conversão alimentar	
	Flu	LED	Flu	LED	Flu	LED
7	0,115	0,115	0,211	0,211	1,82	1,49
14	0,312	0,415	0,521	0,781	1,89	1,88
21	0,659	0,873	1,221	1,728	1,85	1,97
28	1,162	1,412	1,971	2,514	1,71	1,78
35	1,885	2,016	3,332	3,535	1,77	1,75
42	2,439	2,497	4,337	4,787	1,78	1,92

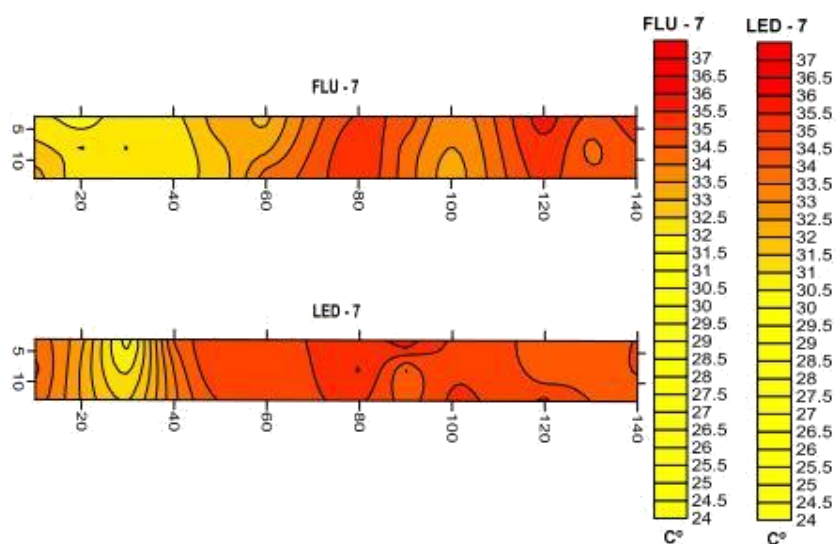
Flu: fluorescente; LED: diodo emissor de luz. ID: idade das aves (dias).

De acordo com Rozenboim et al. (1999) a cor da luz é um parâmetro fundamental exógeno que afeta o desempenho das aves e é ditada pelo comprimento de onda. A produção e o comportamento das aves podem ser afetados por diversos fatores relacionados à iluminação (fotoperíodo, comprimento de onda, intensidade luminosa), porém, essas respostas dependem da fotorrecepção pela retina (LEWIS e MORRIS, 2000).

De acordo com Blatchford et al. (2012), altas intensidades luminosas tendem a estimular a atividade locomotora das aves, influenciando o desempenho produtivo das

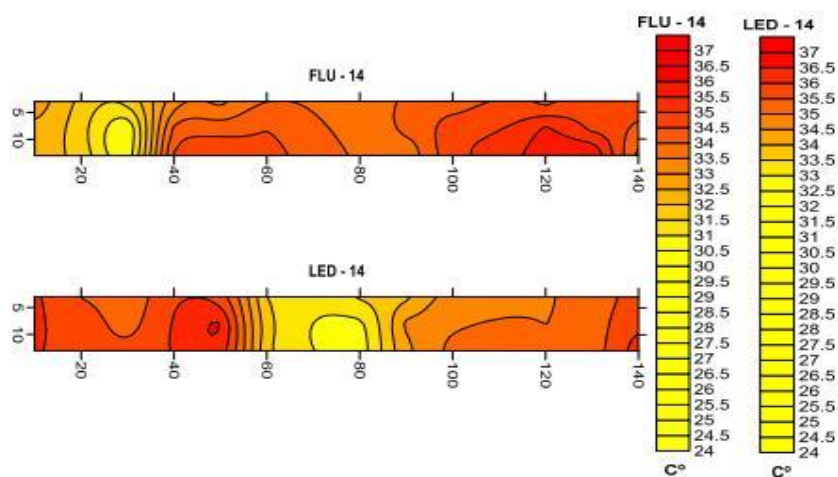
aves, devido ao estímulo do consumo de ração. No entanto, como observado no presente trabalho, o desempenho das aves parece ser minimamente afetado pelo comprimento de onda, quando se utiliza lâmpada fluorescente e LED branca, devido provavelmente à mínima diferença da eficiência luminosa que atinge  $100 \text{ lm W}^{-1}$  para lâmpadas LED e  $80 \text{ lm W}^{-1}$  para as fluorescentes.

Aos 7 dias de idade a TS das aves foram mais baixas em torno de  $24^\circ\text{C}$  no início do galpão com lâmpada fluorescente (FLU – 7) e uma maior variação foi encontrada no meio para o fim do galpão, com temperaturas de  $35^\circ\text{C}$ . Nos galpões com LED as aves tiveram menos expressão de TS atingindo também a temperatura de  $24^\circ\text{C}$  e na maior parte do galpão as aves variaram a temperatura entre  $33^\circ\text{C}$  e  $35^\circ\text{C}$  (Figura 2).



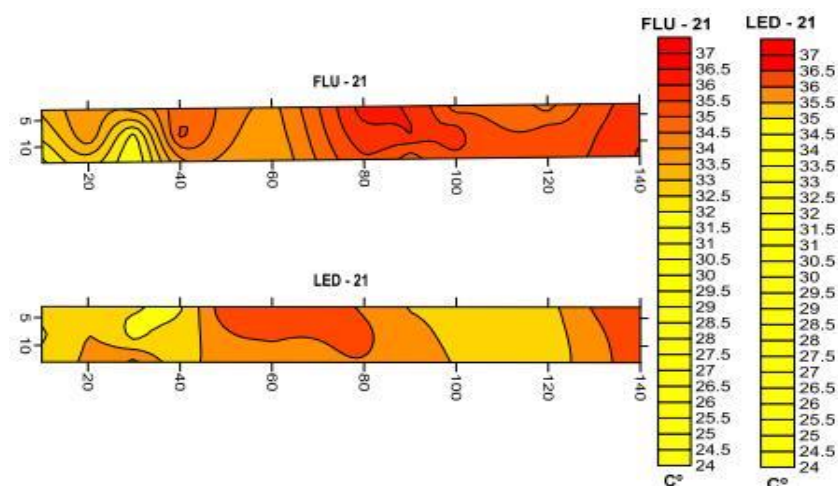
**Figura 2.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 7 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 7) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 7) por quadrante (Escala  $0,5^\circ\text{C}$ ).

Aos 14 dias de idade as aves no galpão com lâmpada FLU – 14 mantiveram menores TS no início do galpão e aumentavam ao longo do galpão, e no galpão com LED – 14 menores TS foram observadas no centro do galpão. Sendo que no início do galpão observou-se TS mais altas de  $36^\circ\text{C}$  e no final a TS foram de  $34^\circ\text{C}$  a  $36^\circ\text{C}$  (Figura 3).



**Figura 3.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 14 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 14) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 14) por quadrante (Escala 0,5°C).

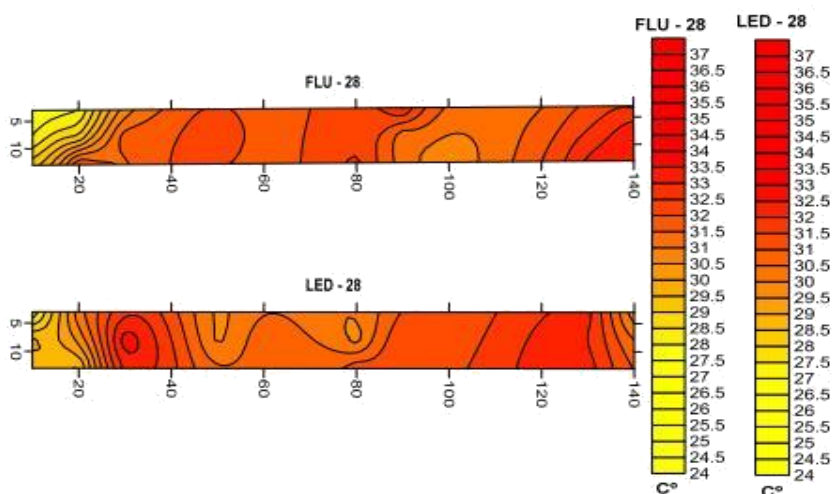
Aos 21 dias de idade a TS no galpão com FLU obteve-se algumas expressões de TS menores no início entre 24°C a 34°C e o restante do galpão as TS variou de 33°C a 36°C. No galpão com LED a variação de TS ao longo do galpão foi maior, sendo a maior TS encontrada no centro e final do galpão com 36°C (Figura 4).



**Figura 4.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 21 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 21) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 21) por quadrante (Escala 0,5°C).

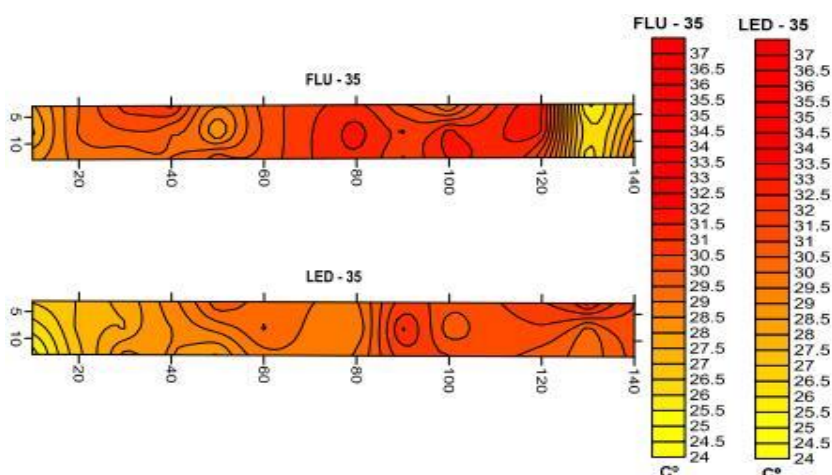
Aos 28 dias de idade menores TS se mantiveram no início em ambos os galpões, com 24°C a 31°C no galpão com FLU e no galpão com LED foi de 27°C a 33°C. O restante dos galpões teve uma boa distribuição da TS, sendo que o com LED foi

encontrado a menor TS de 29°C a 32°C e o galpão com FLU a TS foi de 30°C a 34°C (Figura 5).



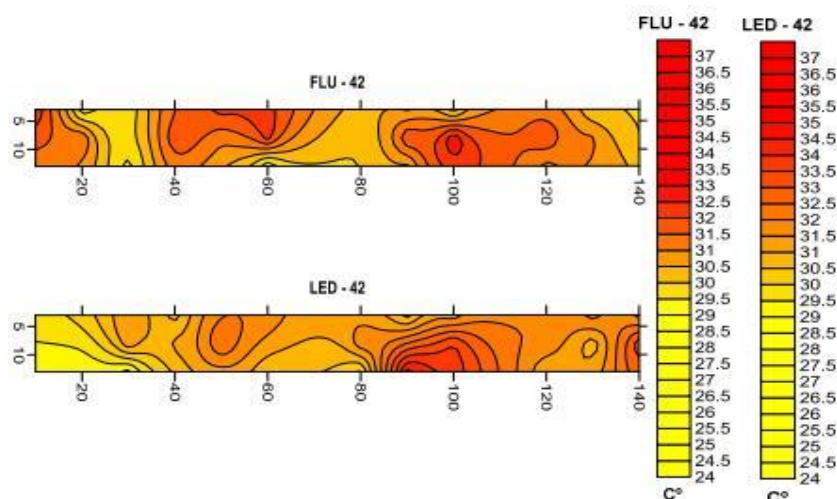
**Figura 5.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 28 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 28) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 28) por quadrante (Escala 0,5°C).

Aos 35 dias de idade no galpão com FLU observou-se TS mais altas de 35°C em comparação ao de LED que foi de 32°C. Sendo que menores TS no galpão com FLU foram ao final entre 24°C e 32°C e no galpão com LED foram ao início de 24°C a 29°C (Figura 6).



**Figura 6.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 35 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 35) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 35) por quadrante (Escala 0,5°C).

E aos 42 dias a TS foi menor, sendo, mas expressiva no galpão com LED. Menores TS foram observadas no início entre 27°C e 33°C no galpão com FLU e de 24°C a 31°C no galpão com LED. No centro e final as variações de TS foram entre 27°C e 34°C no galpão com FLU e entre 24°C e 34°C no galpão com LED (Figura 7).



**Figura 7.** Temperatura superficial (TS) dos frangos de corte aos 42 dias de idade distribuído no aviário com lâmpada fluorescente (FLU – 42) e no aviário com lâmpada de LED (LED – 42) por quadrante (Escala 0,5°C).

O controle de temperatura foi automático e uniforme nas instalações, a variação detectada para a TS pode ter sido causada pela movimentação das aves no interior do galpão. A variação da temperatura da superfície depende da interação entre o calor do corpo, isolamento do corpo, circulação sanguínea superfície, ea temperatura criação (TAO & XIN, 2003; NÄÄS et al., 2010). A homeotermia em frangos de corte é conseguida por meio da manutenção da temperatura corporal perto de 41,7 °C (AERTS et al., 2003; AMARAL et al., 2011).

Estudos mostraram que as diferenças da TS em frangos estão associadas com a perda de calor, tal como há mudanças fisiológicas, quando a homeotermia das aves é afetada (YAHAV et al., 2005; CANGAR et al., 2008). As diferenças entre as regiões do corpo dos frangos contribui para uma troca de calor eficiente, que ocorre por convecção, entre o corpo da ave e o ambiente (YAHAV et al., 2004; SHINDER et al., 2007).

Malheiros et al. (2000) cita que o aumento na condutância térmica da pele ocorre quando a temperatura ambiente aumenta de 20 a 40°C, ocasionando o aumento do fluxo sanguíneo de forma periférica, sendo este o fator determinante na alteração da

temperatura superficial.

A principal explicação encontrada em literatura comparando mudanças nas temperaturas superficiais das aves está associada à temperatura ambiente ou então relacionada à energia das rações oferecidas a frangos de corte (FERREIRA et al., 2011), portanto, sendo a energia da ração das aves idêntica, as variações observadas ocorreram devido à temperatura interna dos galpões, no entanto, não foram observados efeitos ( $P < 0,05$ ) entre os dois tipos de fonte de iluminação, de acordo com os dados apresentados na Tabela 1.

No presente estudo, ambas instalações (com fontes de luz fluorescente e LED) fornecer condições ambientais ideais para a criação de frangos de corte. Caneppele et al. (2014) relataram que as lâmpadas LED são mais eficientes em termos energéticos Rosa & Araújo (2010) citam que o LED é muito mais eficiente do do ponto de vista do consumo de energia, quando comparado aos outros tipos de lâmpada e, por conseguinte, são mais acessíveis aos consumidores.

## **5. CONCLUSÕES**

Lâmpadas fluorescentes podem ser substituídas por lâmpadas de LED, sem comprometer o desempenho das aves, interferindo apenas na temperatura superficial aos 7 e 14 dias de idade, período este não crítico para a avicultura de corte, o que torna o LED uma alternativa viável nas instalações avícolas, por ser uma alternativa eficiente e sustentável.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A.G.; YANAGI JUNIOR, T., LIMA, R.R.; TEIXEIRA, V.H.; SCHIASSI, L. **Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial.** Arquivo brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 63, n. 3, p. 649-658, 2011.

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

ALMEIDA, E.U. **Níveis de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade.** Dissertação Apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência Animal do Centro Universitário de Vila Velha, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. 2010.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Manual para elaboração do programa Anual ao desperdício de energia elétrica: ciclo 1999/2000.** Brasília: Agência Nacional de Energia, 1999.138p.

BLATCHFORD R.A.; ARCHER G.S.; MENCH J.A. **Contrast in light intensity, rather than Day length, influences the behavior and health of broiler chickens.** Poultry Science 91. 1768-1774.

BONA, J de. **Estudo de diferentes tecnologias, métodos e processos para efficientização energética de sistemas de iluminação de aviários.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Instituto de Engenharia do Paraná – IEP, Paraná – Campus de Curitiba. 2010.

CANEPPELE, F .L.; MARQUESINI, I.A.; GABRIEL FILHO, L.R.A.; SERAPHIM, O.J. **A sensibilidade espectral do olho das aves e a importância da composição espectral das fontes de luz artificial.** Anais... III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal. Disponível em: <[http://sisca.com.br/resumos/SISCA\\_2013\\_064.pdf](http://sisca.com.br/resumos/SISCA_2013_064.pdf)>. Acesso em 20 de agosto de 2014.

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.

COTTA, J.T.B. **Galinha: produção de ovos.** 2002. Viçosa: Aprenda Fácil. 260p.

CREE. **Cree demonstrates 131 lumens per watt White LED [online]**, 21 jun. 2006. Disponível em: <[http://www.cre.com/press/press\\_detail.asp?i=1150834953712](http://www.cre.com/press/press_detail.asp?i=1150834953712)>. Acesso em: 12de fevereiro de 2014.

DEEP, A., SCHWEAN-LARDNER, K., CROWE, T.G., FANCHER, B.I., & CLASSEN, H.L. **Effect of light intensity on broiler production processing characteristics, and welfare.** Poultry Science, v. 89, n. 11, p. 2326-2333, 2010.

DOZIER III, W.A.; PURSWELL, J.L.; BRANTON, S.L. **Growth responses of male broilers subjected to high air velocity for either twelve or twenty-four hours from thirtyseven to fifty-one days of age.** The Journal of Applied Poultry Research, v.15, p.362- 366, 2006.

ETCHES R.J. **Reproduction aviar.** Zaragoza: Acribia, p.339, 1996.

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 Thermography Applied to the Evaluation of Metabolic Heat Loss of Chicks Fed with Different Energy Densities.** Brazilian Journal of Poultry Science. v.13, n.2, p. 113-118, 2011.

FERREIRA, R.A.; MAXIMIANO, H.C.; GASPARINO, E. **Efeito da Temperatura Ambiente sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Frangos de Corte Alimentados com Dieta Controlada e Dois Níveis de Energia Metabolizável.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 1, p. 183-190, 2000.

FREITAS, H.J.; BARROS COTTA, J. T de.; OLIVEIRA, A. I. G de.; GEWHER, C.E.

**Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves.** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 2, p. 424-428, 2005

FURLAN, R.L. **Influência da temperatura na produção de frangos de corte.** SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, v. 7, p. 104-135, 2006.

GONGRUTTANANUN, N. **Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure, and eye morphology in Thai-native hens.** *Poultry Science.*, 90 (12): 2855-2863.

GUNNARSSON, S.; HEIKKILÄ, M.; VALROS, A. **A note on light preference in layer pullets reared in incandescent or natural light.** *Applied Animal Behavior Science.* v. 112, p. 395–399, 2008.

JORDAN, R.A & TAVARES, M.H.F. **Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* V. 9, n. 3, p. 420-423, 2005.

LEDS MAGAZINE. **Cree reports 232 lm/W from prototype White LED at 20 mA.** 21 de junho de 2006. Disponível em: <http://www.ledsmagazine.com/news/3/6/19>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2014.

LEWIS PD, MORRIS TR. (2000) **Poultry and coloured light.** *World's Poultry Science Journal* 56, 189-207.

LU, Q.; WEN, J.; ZHANG, H. **Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken.** *Poultry Science*, v.86, p.1059–1064, 2007.

LUXEON. **Power light source Luxeon K2, Data sheet DS 51.** Folha de Especificação Técnica. 2008. Disponível em: <<http://www.lumileds.com/pdfs/DS51.pdf>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2014.

MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; BRUNO, L.D.G.; MALHEIROS, E.B.;

FURLAN, R.L.; MACARI, M. **Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broilers chicks in first week post hatch.** Journal of Applied Poultry Research v. 9, p. 111-117, 2000.

MARTELETO D.C. **Avaliação do diodo emissor de luz (LED) para iluminação de interiores.** Rio de Janeiro, 86p. [Monografia] Departamento de Energia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 86p. 2011.

MENDES, A.S.; REFFATI, R.; RESTELATTO, R. e PAIXÃO, S.J. **Visão e iluminação na avicultura moderna.** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v. 16, n. 1-4, p. 05-13, 2010.

MORROW, R.C. LED lighting in horticulture. HortScience, Duke Street, v. 43, n. 7, p. 1947-1950, 2008.

MOURA, D.J; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; SILVA, R.B.T.R.; CAMARGO, G.A. **Animal Welfare Concepts and Strategy for Poultry Production: A Review.** Brazilian Journal of Poultry Science. v. 8, n. 3, p. 137 – 148, 2006.

NÄÄS I. A, PEREIRA D.F, MOURA D.J, SILVA R.B.T.R. **Princípios de bem-estar animal e sua aplicação na cadeia avícola.** Conferência APINCO 2008 de Ciência Tecnologia Avícolas; 2008; Santos, São Paulo. Brasil.

NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C.E.B.; NEVES, D.P.; NASCIMENTO, G.R.; VERCELLINO, R.A. **Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens.** Science Agricola v. 67, n. 5, p. 497-502, 2010.

NASCIMENTO, G.R. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). **Termografia aplicada à avaliação do ambiente térmico de alojamento e do conforto térmico de frangos de corte.** Universidade Estadual de Campina, 2011.

NASCIMENTO GR, NÄÄS IA, BARACHO MS, PEREIRA DF, NEVES DP. **Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 2014; 18: 658-663.

NARUKAWA Y.; NARITA, J.; SAKAMOTO, T. et al. **Ultra-high efficiency white light emittin diodes**. Japanese Journal of Applied Physics, v. 45, p. 1084-1086, 2006.

OLIVEIRA NETO, A.R de.; OLIVEIRA, R.F.M de.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; MAXIMIANO, H do. C.; GASPARINO, E. **Efeito da Temperatura Ambiente sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Frangos de Corte Alimentados com Dieta Controlada e Dois Níveis de Energia Metabolizável**. Revista Brasileira de Zootecnia, v,29, n. 1, p. 183-190, 2000.

OSRAM. 2007. Osram do Brasil, Website. Disponível em:<<http://www.osram.com.br>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2014.

PAIXÃO, S.J.; MENDES, A.S.; RESTELATTO, R.; MAROSTEGA, J.; SOUZA, C de.; POSSENTI, J. C. **Preferência de frangos de corte criados sob distintos tipos de lâmpadas**. In: Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR Campus Dois Vizinhos - Paraná, p. 343-346, 2011a.

PAIXÃO, S.J.; MENDES, A.S.; RESTELATTO, R.; MAROSTEGA, J.; SOUZA, C de.; POSSENTI, J. C. **Desempenho produtivo de frangos de corte criados com dois tipos de lâmpadas**. In: Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR Campus Dois Vizinhos - Paraná, p. 339-342, 2011b.

PEREIRA, D. F.; SALGADO, D. D.; PEREIRA, G. O. T.; NÄÄS, I de. A. ROMANINI, C. E. B. **Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas**. Engenharia Agrícola, v.25, n.2. 2005.

ROSA, E.C.A.; ARAUJO, G.F. **Diodo Emissor de Luz. 2010**. Disponível em: <http://www.demar.eel.usp.br/eletronica/2010/LED.pdf>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2014.

ROZENBOIM, I.; BIRAN, I.S.S.A.K.; UNI, Z.E.H.A.V.A; UNI, Z.E.H.A.V.A.; ROBINZON, B.O.A.Z.; HALEVY, O.R.N.A. **The effect of monochromatic light on broiler growth and development**. Poultry science. College Station, v. 78, n. 1, p.135-

138, 1999.

RUTZ, F.; BERMUDEZ, V. L. Fundamentos de um programa de luz para frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A., MACARI, M. (Ed.). Produção de frangos de corte. Anais... Campinas: FACTA, p.157- 168, 2004.

SCRIBD. **Lâmpada Led X Lâmpada Fluorescente x Lâmpada Incandescente.** Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/52671729/Lampada-Led-X-Lampada-Fluorescente-x-Lampada-Incandescente>>. Acesso em: 10 de agosto de 2015.

TECHNORTE. **Os aviários modernos.** 2013. Disponível em: <<http://www.technorte.net/news/os-aviarios-modernos/>> . Acesso em: 13 de fevereiro de 2014.

TAO X, XIN H. Acute synergistic **effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of market-size broilers.** Transactions of the ASAE 2003; 46: 491-497. Vassarstat. Website for statistical computation. Available on: <<http://vassarstats.net/>>. Acesso em: 20 abril de 2015.

TINÔCO, I.F.F. **Ambiência e instalações para a avicultura industrial.** In: **Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3., Poços de Caldas.** Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p. 1-86, 1998.

VASSARSTATS. **Website for statistical computation.** Disponível em: <<http://vassarstats.net/>>. Acesso em: 12 de março de 2014.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. **Sensible heat loss: the broiler's paradox.** World's Poultry Science Journal, v.61, n.3, p.419-434, 2005.