



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DIODO EMISSOR DE LUZ (LED) NA PRODUÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE**

FABRÍCIO EUGÊNIO ARAÚJO

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

Dourados – MS

Outubro de 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DIODO EMISSOR DE LUZ (LED) NA PRODUÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE

FABRÍCIO EUGÊNIO ARAÚJO

Zootecnista

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Irenilza de Alencar Nääs

Coorientadores (as): Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Prof^a. Dr^a. Ibiara Correia Lima de Almeida Paz

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

Dourados – MS
Outubro de 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil

A663d Araújo, Fabrício Eugênio.
Diodo emissor de luz (LED) na produção de frangos de corte / Fabrício Eugênio Araújo – Dourados-MS : UFGD, 2014.
73 f.

Orientadora: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Frango de corte – Produção. 2. Diodo emissor de luz (LED). 2. I. Nääs, Irenilza de Alencar. II. Título.

CDD: 636.513

DIODO EMISSOR DE LUZ (LED) NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

por

FABRÍCIO EUGÊNIO ARAÚJODissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

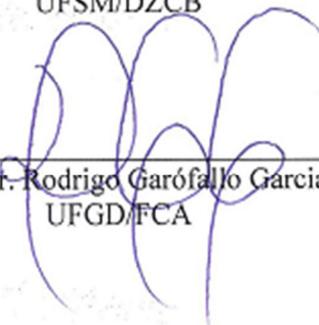
Aprovada em: 09/10/2014



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



Prof. Dr. Ianglio Márcio Travassos Duarte Jácome
UFSM/DZCB



Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia
UFGD/FCA

BIOGRAFIA DO AUTOR

FABRÍCIO EUGÊNIO ARAÚJO, filho de Sérgio Eugênio de Araújo e de Lúcia Helena de Araújo, nasceu em Rolim de Moura, no estado de Rondônia, no dia 08 de outubro de 1986. Iniciou em 2007 o curso de Zootecnia na Faculdade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) concluído em 2011. No ano de 2012 concluiu a pós-graduação *latu sensu* em Metodologia e didática do ensino superior, na Faculdade de Rolim de Moura (FAROL). Em março de 2013, iniciou no mestrado na área de Produção Animal, do programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

*É graça divina começar bem. Graça maior é persistir na caminhada certa. Mas
a graça das graças é não desistir nunca.*

Dom Hélder Câmara

A Sérgio Eugênio de Araújo e Lúcia Helena de Araújo, meus pais, pelo amor,
apoio e carinho, grandes pessoas que levam o amor por onde passam.

Aos meus irmãos pelo companheirismo e amizade eterna.

Aos meus amigos pelo companheirismo.

Aos docentes pelo conhecimento adquirido e pelo profissionalismo.

Dedico.

AGRADECIMENTO

À Deus por me dar força e me fortalecer todos os dias, para que eu pudesse alcançar mais este objetivo.

Aos meus pais Sérgio Eugênio de Araújo e Lúcia Helena de Araújo pelo apoio, carinho, confiança e por me mostrar que sempre devemos ser honestos e bons para o próximo, nunca desistindo dos nossos sonhos.

À professora Irenilza de Alencar Nääs pela orientação, experiência de vida, ensinamentos e pela confiança me ajudando sempre a melhorar. Uma pessoa muito admirável e de bom coração. Muito Obrigado.

Ao professor Rodrigo Garófallo Garcia pela coorientação, dedicação e conhecimentos passados. Por sempre me dar a oportunidade de crescer. Muito Obrigado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Alessandra Querino da Silva, Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes, Ana Carolina Amorim Orrico, Fernando Miranda de Vargas Junior, Ibiara Correia de Lima Almeida Paz, Leonardo de Oliveira Seno, Marcus Vinícius Morais de Oliveira e Rafael Henrique de Tonissi Buschinelli de Goes.

Aos meus colegas e amigos Diego Penha, Ingrid Fuzikawa, Felipe Abreu, Lais Venezuela Moura, Luciana Foppa, Marlon Sávio Amadori, Marco Aurélio Della Flora, Natalia Sunada, Poliana Campos Burin, Rafael Andrade, Roselaine Ponso, Silvana Simm e Willian Biazolli, obrigado pela amizade, companheirismo e dedicação. Amizade verdadeira que levarei para sempre comigo! Que Deus abençoe todos.

À Nilsa Duarte da Silva Lima por ter me mostrado que pessoas de bom coração existem. Por me escutar nas horas difíceis, pelas altas risadas e companheirismo em me ajudar na execução do meu projeto de dissertação.

Ao professor Rodrigo Couto pela participação na banca de qualificação e pela contribuição na melhoria do trabalho com os conhecimentos passados. Muito obrigado.

Ao professor Ianglio Márcio Travassos Duarte Jácome, pela participação na defesa de dissertação e pela contribuição na melhoria do trabalho pelos conhecimentos passados. Muito obrigado.

À empresa Frango Bello de Itaquiraí pela parceria no projeto, pela oportunidade de coletar dados para a elaboração desta dissertação. Também agradeço aos profissionais desta empresa que foram importantes nas atividades pertinentes a este trabalho para coleta dos dados. Muito obrigado ao Gerente e Médico Veterinário Daniel Cavalet Corrêa, a Médica Veterinária Francieli Sordi Montagna e a Técnica Agropecuária Carla.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados pelo apoio financeiro para a execução do projeto e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante parte do curso de mestrado.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 12 |
| ABSTRACT | 13 |
| CAPÍTULO I | 14 |
| 1.1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 16 |
| 1.2.1 Sistema de Criação..... | 17 |
| 1.2.2 Ambiência na produção de aves..... | 18 |
| 1.2.3 Importância da luz na produção avícola | 22 |
| 1.2.4 A luz de LED | 25 |
| 1.2.5 Tipos de fonte de iluminação..... | 26 |
| 1.2.6 Bem-estar dos frangos de corte..... | 28 |
| 1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 30 |
| CAPÍTULO II | 39 |
| 1. INTRODUÇÃO | 42 |
| 2. METODOLOGIA | 43 |
| 2.1 Variáveis coletadas..... | 44 |
| 2.2 Análise dos dados..... | 45 |
| 2.3 Análise estatística..... | 45 |
| 3. RESULTADO E DISCUSSÃO..... | 46 |
| 4. CONCLUSÃO | 50 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 50 |
| CAPÍTULO III | 53 |
| 1. INTRODUÇÃO | 56 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 57 |
| 2.1 Variáveis coletadas..... | 58 |
| 2.2 Análise dos dados..... | 59 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 60 |
| 3.1 Temperatura superficial durante a fase inicial de crescimento | 60 |
| 3.2 Temperatura superficial durante a fase final | 61 |
| 4. CONCLUSÃO | 63 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 63 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 71 |
| ANEXO | 72 |
| Comissão de Ética do Uso de Animais – CEUA | 72 |

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Dados de temperatura superficial média (Ts) dos frangos de corte e temperatura interna (TI) do ambiente em diferentes idades das aves no aviário com lâmpada fluorescente (FLU) e LED46

Tabela 2. Desempenho zootécnico, ganho de peso médio (GPM), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (M) dos frangos conforme a idade das ave por semana47

CAPÍTULO III

Tabela 1. Etograma utilizado para avaliar o comportamento das aves66

Tabela 2. Comportamento dos frangos de corte separados em movimentos de conforto (MC) e desconforto (MD) e classificados como normais e anormais em aviários com fonte de luz fluorescente (FLU) e diodo emissor de luz (LED)..... 69

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO II

| | |
|---|----|
| Figura 1. Aviário <i>Dark House</i> : A – Interior. B – Exterior | 43 |
| Figura 2. Divisão dos aviários em setores..... | 44 |

CAPITULO III

| | |
|---|----|
| Figura 1. Pontos das filmagens de comportamento dos frangos de corte | 58 |
| Figura 2. Temperatura superficial (Ts) dos frangos de corte aos 7 dias de idade, distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU - 7) e com diodo emissor de luz (LED - 7) (a); aos 14 dias de idade distribuídos no aviário com a lâmpada fluorescente (FLU - 14) e com a diodo emissor de luz (LED - 14) (b); aos 21 dias de idade, distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU- 21) e com diodo emissor de luz (LED - 21) (c) por quadrante (intervalo de 0,5 ° C), que corresponde à fase inicial de crescimento | 67 |
| Figura 3. Temperatura superficial (Ts) dos frangos de corte aos 28 dias de idade, distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU - 28) e com diodo emissor de luz (LED - 28) (a); aos 35 dias de idade, distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU - 35) e com diodo emissor de luz (LED - 35) (b); e aos 42 dias de idade distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU - 42) e com diodo emissor de luz (LED - 42) (c) por quadrante (intervalo de 0,5 ° C), o que corresponde a fase final de crescimento | 68 |

ARAÚJO, Fabrício Eugênio. **Diodo Emissor de Luz (LED) na Produção de Frangos de Corte**. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar as variáveis de temperatura superficial (Ts), e o comportamento dos frangos de corte, em sistema automatizado de criação comparando a lâmpada fluorescente com o diodo emissor de luz (LED). O trabalho foi desenvolvido no aviário comercial em Itaquiraí – MS, com galpões de pressão negativa. Foram alojadas 31.500 aves da linhagem Cobb[®] (lote misto fêmeas e machos). Foram estimados a (Ts) das aves por meio de uma câmara termográfica e o comportamento das aves por meio de filmagem aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias. Os dados de desempenho dos frangos e temperatura do ambiente foram estimados por meio do painel de controle do aviário. Os dados de temperatura superficial e o desempenho foram avaliados utilizando o teste t-Student e os resultados da temperatura da superfície também foram mapeadas, e a resposta comportamental foi organizada em normal e diferente do habitual, e testado para a interação com o uso de LED. Aos 7, 28, 35 e 42 dias não houve diferença da (Ts) entre os tratamentos ($p= 0,5$, $p= 0,04$, $p= 0,60$ e $p= 0,30$ respectivamente). Aos 14 e 21 dias ($p= 0,00098$ e $p= 0,0002$, respectivamente), houve diferença da temperatura superficial entre os galpões. Não houve efeito da fonte de luz em qualquer comportamento de frangos encontrada no presente estudo. A temperatura superficial das aves foi maior no galpão com LED, do que no galpão com lâmpadas fluorescentes e os dados de desempenho das aves não diferiram em ambos os galpões. A longa vida de duração e economia da fonte de luz LED pode ser a razão adequada para a sua utilização na produção de frangos de corte.

Palavras-chaves: Ambiente, bem-estar, etograma, luz, manejo

ARAÚJO, Fabrício Eugênio. **Light Emitting Diode (LED) in the Production of Broilers.** 2014 Thesis (M.Sc.) - Faculty of Agricultural Sciences, Federal University on the Grande Dourados – UFGD, 2014.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the broilers' surface temperature (ST) and behavior within an automated production system, comparing the use of fluorescent light and light diode emission (LED). The research was carried out in a negative pressure system commercial aviary in Itaquiraí – MS. A total 31, 500 broilers (Cobb® genetic strain, female and male) were reared. During the experimental period birds' ST were estimated using a thermal camera, and the birds' behavior were assessed by video footage at the 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days of grow out. Data on broilers performance and the ambient temperature were estimated using the control panel to the aviary. The surface temperature data and performance were evaluated using the Student-t test. At 7, 28, 35 and 42 days there was no difference between treatments ($p = 0.5$, $p = 0.04$, $p = 0.60$ and $p = 0.30$ respectively). At 14 and 21 days ($p = 0.00098$ and $p = 0.0002$, respectively) was no difference in surface temperature between the sheds. No effect of the light source on any behavior of broilers was found in the present study. Surface temperature of the birds was higher in the aviary with the LED compared to the aviary with fluorescent lamps, and performance data of birds did not differ in both aviaries. The long life and economics of the LED light source might be the proper reason for its use in broiler production.

Keywords: environment, welfare, ethogram, light, management

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango e é responsável junto com os Estados Unidos e China por 54,5 % da produção mundial. Dentre as cadeias produtivas de carne, a avicultura industrial é a mais organizada e estruturada do Brasil. Responde por 1,5 % do PIB do Brasil, gera cerca de quatro milhões de empregos diretos e indiretos, e contribui de forma significativa à balança comercial, rendendo ao Brasil cerca de 3,5 bilhões de dólares em exportações (FLORES, 2013).

Isso tudo se deve ao fato de a avicultura nacional estar passando por um processo de modernização com altos investimentos em ferramentas tecnológicas para mensuração e controle da produção e permitindo redução de perdas e maximização de receitas. Esse processo está sendo fundamental para a garantia da competitividade do frango brasileiro e conquista de novos mercados. Porém, apesar de toda essa modernização, 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).

Diante desse desafio o sucesso na produção avícola está relacionado a inúmeros fatores, dentre os quais alguns são essenciais nas funções biológicas das aves. O fator luz ou luminosidade foi reconhecido inicialmente em 1944, como elemento indispensável à produção das aves (GABRIEL, 2003).

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). Diante da importância da luz é necessário ter programas de luz elaborados de acordo com as alterações que ocorrem no metabolismo das aves em diferentes idades e variam conforme a meta de peso final exigido pelo mercado. O programa ideal seria aquele 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 Diodo emissor de luz (LED) é uma alternativa tecnológica eficaz que vem ganhando espaço na avicultura, garantido uma boa eficiência energética, onde os LEDs possuem uma eficácia estimada em 100 lm/W, sendo superior às lâmpadas incandescentes (15 lm/W) e fluorescentes (80 lm/W) (OSRAM, 2007), tornam-se necessários estudos que modifiquem e atualizem os setores avícolas, viabilizando a competitividade da produção.

Com isso o mercado avícola nacional deve-se modificar em função dos mercados compradores e das exigências de produção (KEER-KEER et al., 1996; McGARY et al., 2003; CHENG & MUIR, 2005). Isso ocasiona também a existência de um grande número de variáveis influenciando o microclima dentro de uma instalação avícola, e sua interferência na produtividade é determinante para melhor compreensão dos fenômenos ambientais (NÄÄS, 1994). No século XX, o homem tem tentado quantificar o ambiente térmico animal, utilizando correlações nas quais são empregadas as variáveis: temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação. Em alguns casos,

também são consideradas outras variáveis, como a taxa metabólica, o tipo de isolamento, entre outros (MEDEIROS, 2005).

Na busca de contribuir com o tema, objetivou-se estudar variáveis do ambiente térmico e o comportamento dos frangos de corte, em sistema automatizado de criação comparando a lâmpada fluorescente com o Diodo Emissor de Luz (LED), relacionando todo o processo com o bem-estar das aves.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A avicultura brasileira hoje 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 (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 reduzido, 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).

1.2.1 Sistema de Criação

A produção de frangos deve respeitar os princípios de biosseguridade entre os quais a prática de alojamento “todos dentro todos fora” (*all-in all-out*), em que as instalações são ocupadas por aves do mesmo lote no momento do alojamento e desocupada totalmente no momento do abate. Essa prática permite a higienização do aviário e o respectivo vazio que deve antecipar a entrada do próximo lote. Nesse período se recomenda ainda a recuperação das instalações e dos equipamentos (GIROTTO et al., 2003).

Para isso existe a necessidade de padronizar a definição dos sistemas de produção de aves. A Embrapa Suínos e Aves realizou uma padronização de definição dos sistemas, principalmente pela necessidade da montagem dos custos de produção da avicultura para os estados brasileiros (ABREU & ABREU, 2011).

Dentre os custos de produção, as instalações estão se otimizando e procurando um melhor padrão, que possa propiciar um ambiente com melhores características ambientais para a criação das aves. Existem diversos tipos de aviários para criação de frangos de corte sendo eles: o convencional, semiclimatizado, climatizado, *dark house*, *brown house*, *blue house* e *green house* e aviário gigantes. Cada sistema tem suas especificações e devem ser mais bem estudadas para diagnosticar os fatores que impedem seu pleno funcionamento (ABREU, 2010). Segundo ABREU (2010) para que as etapas de criação das aves funcionem, é preciso que o aviário seja de pressão negativa, ou seja, esteja bem isolado e vedado, isso garante que o ambiente interno seja controlado e mantenha as condições ideais para o conforto dos animais sem influência do meio interno.

Conforme esses padrões, o sistema que melhor se destaca é o *Dark House*. De acordo com COSTA (2008), grande parte do sucesso do sistema *Dark House* vem de um correto programa de luz, um programa de ventilação adequado e de não realizar nenhuma adaptação no sistema, ou seja, quanto mais fiel for à implantação da tecnologia *Dark House*, melhores serão os resultados.

É preciso explorar melhor todas as possibilidades existentes na busca de aperfeiçoar os sistemas de criação de aves, independentemente do grau de tecnologia aplicado, promovendo ambientes adequados, em termos de temperatura, umidade, gases e poeiras, economia de energia elétrica e água (ABREU & ABREU, 2011).

1.2.2 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 consequente 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).

1.2.3 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 àquelas submetidas ao programa de luz crescente. Já PAIXÃO et al. (2011b) comparando o Diodo Emissor de Luz (LED) branco e fluorescente, constataram 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 as 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 consequente 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.

1.2.4 A 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.

1.2.5 Tipos de fonte 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^{-1} , da ordem de 15 lm W^{-1} , 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).

1.2.6 Bem-estar dos frangos de corte

Segundo PRESTES (2005), a implantação de um programa de bem-estar animal deve seguir os mesmos passos de um programa de qualidade e, para isso, o treinamento dos trabalhadores é fundamental para que se atinja esse objetivo. O autor cita ainda que, o bem-estar dos animais pode ser medido através das observações das cinco liberdades:

os animais devem ser criados livres de fome e sede; os animais devem ser criados livres de desconforto; os animais devem ser criados livres de dor; os animais devem ter liberdade de expressarem o seu comportamento natural; e os animais devem estar livres de medo e sofrimento.

O trabalho em uma granja requer um manejo correto e preciso, com o intuito de obter maior eficiência da ave criada no ambiente, atingindo maiores níveis de produção. Para isso a observação do comportamento se torna um índice de bem-estar fundamental desde o processo de criação do animal até sua distribuição ao consumidor. Com este pensamento é preciso se adequar as condições de criação a fim de criar um ambiente favorável aos frangos sem nenhuma implicação com a produtividade. O estudo do comportamento animal assume papel relevante dentro da produção avícola mundial, visto que impulsiona a adequação dos antigos métodos de criação às novas técnicas de manejo, alimentação e instalações (HOCKING et al., 2007).

Esse comportamento das aves é um reflexo do seu estado de bem-estar em um determinado momento, e isso está relacionado à fatores internos (fisiológica) e fatores externos (ambientais). Há vários comportamentos naturais que indica bem-estar favorável, assim como há comportamentos indesejáveis, isso pode ser estimulado pelo investimento em melhores condições ambientais. A interpretação correta dos comportamentos expressas pelas aves, incluindo a sua frequência, duração e sequência, podem ser utilizados para estimar o seu bem-estar (COSTA et al., 2012).

Com isso é pouco conhecida a maneira como as diferentes aves respondem a diferentes estados de sofrimento e estresse. Durante o estresse térmico, as aves alteram seu comportamento para auxiliar na manutenção da temperatura corporal dentro de

limites normais. Ajustes de comportamento podem ocorrer rapidamente e a custo menor do que os ajustes fisiológicos (PEREIRA et al., 2007).

MACARI et al. (2002) ao utilizar sistemas de aquecimento identificou que na primeira semana de vida das aves, o sistema de aquecimento não conseguiu proporcionar calor suficiente para manter os pintainhos sob condições de conforto térmico, que, situam-se entre 32 - 34 °C. Na segunda semana de vida das aves, o sistema de aquecimento manteve os pintainhos sob condições de conforto térmico, sendo a faixa de valores de temperaturas do ar situada entre 28 - 32 °C.

ALENCAR et al. (2007) cita que o bem-estar animal tornou-se uma preocupação pública e que podem conduzir, à equívocos, resultando em perda de economia e de produtividade. A fim de aumentar a sua quota no mercado europeu e, eventualmente, no mercado mundial, os produtores avícolas brasileiros devem entender os efeitos dos sistemas de produção no bem-estar de aves, e tentar desenvolver sistemas que são adequados para o seu clima e outras condições de produção. Há um consenso de que os comportamentos naturais realizados por aves em sistemas de produção intensiva permitem uma melhor bem-estar (COSTA et al., 2012).

1.3 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, Brasília, v. 40, n. 1, p.1-14, 2011.

ABREU, P.G. Desafios da pesquisa frente aos novos sistemas de produção. Avicultura Industrial, edição 1189, n.5, ano 97, p.20-29, 2010.

ALENCAR, M.C.B.; NÄÄS, I.A.; GONTIJO, L.A. Effects of labor motivation in poultry production. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.9, n.4, p.249-253,2007.

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.

BONA, J de. Estudo de diferentes tecnologias, métodos e processos para efficientização energética de sistemas de iluminação de aviários. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Instituto de Engenharia do Paraná – IEP, Paraná – Campus de Curitiba.

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.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Estudo de otimização energética no setor avícola. Belo Horizonte: Departamento de Utilização de Energia, 1996. 26p.

CHENG, H.; MUIR, W.M. The effects of genetic selection for survivability and productivity on chicken physiological homeostasis. *World's Poultry Science Journal*, Bristol, v.61, n.3, p.383-98, 2005.

COSTA, R.B. [2008]. Dark House: mais barato que o convencional. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/Portalgessulli/Website/Noticias/dark-house-mais-barato-que-oconvencional,31686,20081118094055_Q_425.aspx> Acesso em: 12 de fevereiro de 2014.

COSTA, L.S., PEREIRA, D.F., BUENO, L.G.F., PANDORFI, H. Some Aspects of Chicken Behavior and Welfare. Brazilian Journal of Poultry Science, v.14, n.3, P. 159-232, Jul - Sept 2012.

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>. Acessado em: 12 de 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 thirty-seven 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.

FLORES, F. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Variação térmica durante a incubação de ovos e avaliação dos componentes imunológicos do embrião após eclosão. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2013

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, Lavras - MG, 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.

GABRIEL, J.E.F. Eficiência energética de sistemas de iluminação em galpões de aves poedeiras através de avaliações estatísticas e econômicas. 2003. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo.

GIROTTO, A.F.; BELLAVER, C.; PAIVA, D.P de.; FIGUEIREDO, E.A.P de.; JAENISCH, F.R.F.; PALHARES, J.C.P.; ABREU, P.G de.; AVILA, V.S de.; ABREU, V.M.N. Sistemas de produção de frangos de corte. Embrapa Suíno e Aves. 2003. Disponível em: <
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaodeFrangodeCorte/>>. Acessado em 12 de fevereiro de 2014.

GONYOU, H.W. Why the study of animal behavior is associated with the animal. Journal of Animal Science, v. 72, n.21, p. 2171-2177, 1994.

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

HOCKING, P.M.; RUTHERFORD, K.M.D.; PICARD, M. Comparison of time-based frequencies, fractal analysis and T-patterns for assessing behavior changes in broiler breeders fed on two diets at two levels of feed restriction: A case study. *Applied Animal Behavior Science*, Amsterdam, v.104, p.37-48, 2007.

JÁCOME, I.M.D.T. A. Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves. Campinas - SP, 2009. 120 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

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*. Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 420-423, 2005.

KAWAUCHI, I.; SAKOMURA, N.; BARBOSA, N.; AGUILAR, C.; FERNANDES, J. Efeito de programas de luz sobre o desempenho e rendimento de carcaça, cortes comerciais e vísceras comestíveis de frangos de corte. *Ars Veterinaria*. Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 59-65, 2009.

KEER-KEER, S.; HUGHES, B.O.; HOCKING, P.M.; JONES, R.B. Behavior comparison of layer and broiler fowl: measuring fear responses. *Applied Animal Behavior Science*, Londres, v.49, n.4, p.321-33, 1996.

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> >. Acessado em: 12 de fevereiro de 2014.

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>>. Acessado em: 12 de fevereiro de 2014.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZÁLES, E. (Ed.). Fisiologia aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.

McGARY, S.; ESTEVEZ, I.; RUSSEK-COHEN, E. Reproductive and aggressive behavior in male broiler breeders with varying fertility levels. *Applied Animal Behavior Science*, Londres, v.82, n.1, p.29-44, 2003.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. D. C.; OLIVEIRA, R. F de.; TINÔCO, I. F. F de.; ALBINO, L.; CECON, P. R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*. Campina Grande, v.9 n.4, out./dez. 2005.

MENDES, A.S.; REFATTI, R.; POSSENTI, J.C. A iluminação na avicultura. *Avicultura Industrial*, Campinas, p.34 - 40, 01 out. 2008.

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

MENDES, A. S.; PAIXÃO, S.J.; RESTELATTO, R.; MORELLO, G. M.; MOURA, D. J de.; POSSENTI, J. C. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. *The Journal of Applied Poultry Research*. Gainesville, v.22, n. 1, p. 62-70, 2013.

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

MOURA, D.J; NÄÄS, I de. 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, Jul - Sep 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. Aspectos físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: CONFERÊNCIA APINCO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1994, Campinas. Anais Campinas: FACTA, 1994. p.167.

NARUKAWA Y.; NARITA, J.; SAKAMOTO, T. et al. Ultra-high efficiency white light emittin diodes. Japanese Journal of Applied Physics. Tokyo, 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>>. Acessado 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, Jaboticabal, v.25, n.2, maio/ago. 2005.

PEREIRA, D.F., SALGADO, D.D., NÄÄS, I.A.; PENHA, N.L.; BIGHI, C.A. Efeitos da temperatura do ar, linhagem e período do dia nas frequências de ocorrências e tempos de expressão comportamental de matrizes pesadas. Engenharia Agrícola, Jaboticabal – SP. v.27, n.3, p.596-610, set./dez. 2007.

PRESTES, J.A. Bem-estar animal: o que as empresas estão fazendo para atender as demandas internacionais. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2005, Anais... Santos, FACTA, p.67-78, 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>>. Acessado em 13 de fevereiro de 2014.

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>>. Acessado em: 13 de fevereiro de 2014.

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

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.

CAPÍTULO II

(Redigido de acordo com as normas da Revista Biosfera)

Projeto Aprovado Integralmente pela Comissão de Ética do Uso de Animais – CEUA

Protocolo nº 001/2014

**PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE EM AVIÁRIOS *DARK HOUSE* COM
DIFERENTES FONTES DE ILUMINAÇÃO**

Produção de frangos de corte em aviários *dark house* com diferentes fontes de iluminação

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi registrar a temperatura superficial e o desempenho das aves aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade, em dois galpões *Dark House*, comparando a luz fluorescente com o diodo emissor de luz (LED) correlacionando com as condições climáticas de alojamento. Foram alojadas um total de 31.500 pintos de corte da linhagem Cobb[®] (fêmea e macho). A temperatura superficial foi estimada por meio de câmera termográfica no período da manhã. Os dados de desempenho foram obtidos por meio do programa computacional do aviário. Os dados de temperatura superficial e o desempenho foram avaliados utilizando o teste t-Student. Aos 7, 28, 35 e 42 dias não houve diferença entre os tratamentos ($p= 0,5$, $p= 0,04$, $p= 0,60$ e $p= 0,30$ respectivamente). Aos 14 e 21 dias ($p= 0,00098$ e $p= 0,0002$, respectivamente), a temperatura superficial das aves no galpão com LED foi maior do que no galpão com lâmpada fluorescente. O ganho de peso médio e o consumo de ração tiveram melhores resultados quando expostos às lâmpadas de LED em relação à lâmpada fluorescente e os frangos tiveram melhor conversão alimentar aos 7, 14 e 35 dias, quando expostas a iluminação com LED. Aos 21, 28 e 42 dias de produção, a melhor conversão alimentar foi encontrada nos frangos expostos à lâmpada fluorescente. A temperatura superficial das aves foi maior no galpão com o LED, quando comparado ao galpão com lâmpadas fluorescentes e os dados de desempenho das aves não diferiram em ambos os galpões.

Palavras-chaves: ambiência, bem-estar, homeotermia, luz, manejo

Production of broilers in dark house with different sources of light

ABSTRACT

The aim of this study was to record the surface temperature and the performance of broilers at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days of grow out in two aviaries Dark House, comparing with the fluorescent light-emitting diode (LED) correlating with rearing climatic conditions. A total of 31,500 birds of Cobb® (female and male) were reared. The surface temperature was estimated using thermographic camera in the morning. Performance data were obtained using the computer program of the aviary. The surface temperature data and performance were evaluated using the Student-t test. At 7, 28, 35 and 42 days there was no difference between treatments ($p = 0.5$, $p = 0.04$, $p = 0.60$ and $p = 0.30$ respectively). At 14 and 21 days ($p = 0.00098$ and $p = 0.0002$, respectively) the surface temperature of the birds in the aviary with LED was higher than in the aviary with fluorescent lamp. The average weight gain and feed intake had better outcomes when exposed to LED bulbs compared to fluorescent light, and the broilers had better feed conversion at 7, 14 and 35 days when exposed to LED lighting. At 21, 28, and 42 days of grow out, feed conversion was found in chickens exposed to fluorescent light. Surface temperature of the birds was higher in the aviary with the LED compared to the aviary with fluorescent lamps, and performance data of birds not differ in both aviaries.

Keywords: environment, welfare, homeothermy, light, management

1. INTRODUÇÃO

Há pelo menos 20 anos, a avicultura tem investido constantemente em inovações tecnológicas, permitindo novos conceitos e sistemas de criação de frangos de corte. Na decisão de implementação desses sistemas, existe a procura por maior eficiência na produção, que tem como pilares a viabilidade econômica e técnica, com ênfase nos aspectos produtivos, sanitários e bem-estar das aves (ABREU & ABREU, 2011).

As variações ambientais influenciam todo o processo de criação das aves, sendo a iluminação um componente crítico do ambiente de instalações comerciais de frangos de corte utilizado para avaliar o comportamento e produção das aves, portanto, o planejamento do programa de iluminação deve obedecer a critérios de produção e legislação (MENDES et al., 2010). Para estudar o seu efeito, devemos entender alguns dos fatores que estão relacionados à iluminação, entre eles, a intensidade luminosa, o fotoperíodo, além da distribuição, a cor e a duração da luz, que afetam o desempenho e o bem-estar do lote (PAIXÃO et al., 2011).

O manejo de luz é uma técnica útil e de baixo custo de produção, que visa modificações no fotoperíodo. 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.

Outro fator que influencia a produção de frangos de corte é o uso de diferentes lâmpadas. Para MENDES et al. (2010) os tipos mais comuns de iluminação em aviários brasileiros são as lâmpadas incandescentes, fluorescentes e as lâmpadas de vapor de sódio. Outra lâmpada que tem sido estudada é o diodo emissor de luz (LED) que contribui tanto na distribuição mais uniforme da luminosidade como também na

redução dos gastos com novas lâmpadas, pois o LED possui maior vida útil se comparada às anteriores (ROZENBOIM et al., 2004).

Com a procura por um ambiente com temperatura totalmente controlado, é preciso manter condições ideais de criação, para que as aves tenham um melhor desempenho e consigam fazer a troca de calor com o ambiente mantendo a homeotermia. Isto porque, as aves podem se comportar de forma diferente sob a mesma intensidade de luz a partir de duas fontes diferentes que parecem idênticas para nós. As aves podem absorver a intensidade luminosa de maneira que os seres humanos não o fazem, sendo a ave capaz de expressar da melhor forma seu comportamento como se estivesse em seu ambiente natural de criação (CANEPPELE et al., 2014).

Diante disso, o objetivo da pesquisa foi registrar a temperatura superficial e o desempenho das aves, durante todo o processo de criação, em dois galpões *Dark House*, comparando a lâmpada fluorescente com o diodo emissor de luz (LED) e correlacionando com as condições climáticas de alojamento.

2. METODOLOGIA

O trabalho 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", sendo o 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. Os sistemas utilizados foram de iluminação fluorescente (controle manual da luminosidade de acordo com a idade das aves), as lâmpadas eram desligadas conforme a necessidade de intensidade luminosa necessária as aves nas diferentes idades e LED (controlador automático de intensidade luminosa de acordo

com a idade das aves) era utilizado um dimmer para controlar a intensidade luminosa das lâmpadas LED. (Figura 1).



Figura 1: Aviário *Dark House*: A – Interior. B – Exterior.

Foram alojadas 31.500 aves da linhagem Cobb[®] com lote misto (fêmeas e machos). O manejo das aves foi realizado conforme manual da empresa integradora.

Foram comparados dois tipos de iluminação a lâmpada fluorescente e o diodo emissor de luz (LED) em galpão comercial. Sendo estimada a temperatura superficial das aves por meio de câmera termográfica. O programa de luz utilizado em ambos os galpões foi de 23 horas de luz de uma aos sete dias de idade, 18 horas de luz de 8 aos 21 dias de idade, 20 horas de luz de 22 aos 35 dias de idade e 22 horas de luz de 36 dias de idade até o abate.

2.1 Variáveis coletadas

Os índices de temperatura superficial (imagens termográficas) foram realizados semanalmente, com relação à idade das aves sendo aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias, e foram feitas no período da manhã às 10:00 horas.

Para o registro da temperatura superficial (T_s) das aves, foram feitas semanalmente oito imagens termográficas das aves por setores (entrada de ar, centro e

saída de ar) (Figura 2), escolhendo duas aves por imagem sendo tirado 10 pontos de temperatura em cada ave, no período da manhã às 10:00 horas, usando uma câmera de termografia infravermelha (Testo.IR- Software Testo 880 V1.4, 2009[®]) com precisão de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ e no espectro de 7.5 - 13 μm . A câmera foi posicionada à distância de 1m de altura em relação as aves a fim de se ter um preenchimento melhor da imagem. Foi utilizado um coeficiente de emissividade (ϵ) de 0,95 para todas as regiões da ave.

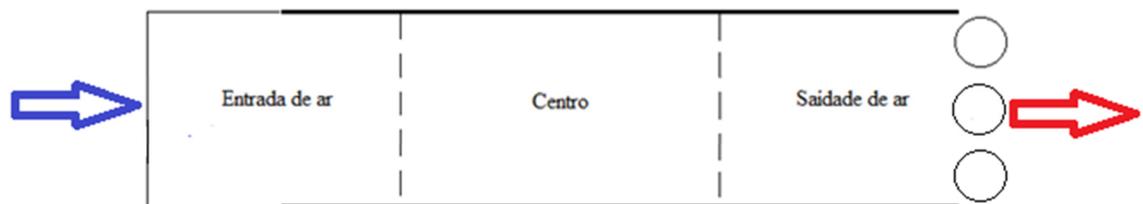


Figura 2: Divisão dos aviários em setores.

Os dados de desempenho dos frangos foram estimados por meio do painel de controle do aviário utilizado pela granja comercial, sendo registrada a mortalidade das aves. Os dados de temperatura do ambiente também foram anotados pelo painel de controle da granja.

2.2 Análise dos dados

Cada termograma foi analisado por meio de uma transformação e conversão dos dados utilizando o software Testo IR (Testo[®] 880 V1.4, 2009), onde foram analisadas as médias de (T_s) das aves com os dados obtidos de 10 pontos escolhidos aleatoriamente a cada duas aves por imagem.

2.3 Análise estatística

A temperatura superficial e os dados de desempenho registrados foram testadas utilizando o teste t-Student, admitindo normalidade dos dados. Os dados foram processados utilizando o software online Vassarstats (2014).

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se a variação de temperatura superficial (T_s) das aves separadas por setores (entrada, centro e saída de ar) dentro dos aviários e a temperatura interna por idade das aves. Os setores com menores temperaturas superficiais foram as entradas de ar, próximos ao sistema de refrigeração.

O controle do microclima do galpão foi feito de acordo com cada fase do ciclo de criação com intuito de manter a temperatura dentro da zona de conforto térmico para as aves. Em relação aos sistemas de iluminação (fluorescente e LED) observa-se que as variações de (T_s) das aves foram mais altas para o sistema de iluminação de LED, reduzindo com aumento da idade das aves. Isto pode ter sido influenciado pela eficiência luminosa emitida pelas lâmpadas de LED, que têm melhor distribuição sobre as aves, em relação às lâmpadas fluorescentes, que contribui para a troca de calor das aves. OSRAM (2007) relata que o LED atinge eficiência luminosa de 100 lm W^{-1} , sendo superior às lâmpadas incandescentes (15 lm W^{-1}) e fluorescentes (80 lm W^{-1}).

Aves mais velhas e mais pesadas possuem temperatura mais fria na pele. A temperatura basal normalmente é constante em aves ($41 \text{ }^\circ\text{C}$), podendo diminuir nas zonas periféricas (TESSIER et al., 2003).

Tabela 1: Dados de temperatura superficial média (Ts) dos frangos de corte e temperatura interna (TI) do ambiente em diferentes idades das aves no aviário com lâmpada fluorescente (FLU) e LED.

| Idade das aves (dia) | Temperatura superficial média (Ts°C) | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|-------|--------|-------|-------------|-------|---------------------|---------------------|---------|------|
| | Entrada de ar | | Centro | | Saída do ar | | Média | | TI (°C) | |
| | 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 ^{ns} | 33,99 ^{ns} | 28,2 | 28,9 |
| 14 | 32,33 | 35,71 | 33,99 | 34,13 | 34,72 | 35,35 | 33,68 ^b | 35,06 ^a | 27,3 | 27,1 |
| 21 | 33,28 | 35,24 | 34,94 | 35,94 | 35,35 | 35,82 | 34,52 ^b | 35,66 ^a | 26,8 | 26,5 |
| 28 | 30,57 | 30,17 | 32,02 | 30,73 | 32,09 | 31,34 | 31,56 ^{ns} | 30,75 ^{ns} | 26,7 | 26,8 |
| 35 | 29,42 | 27,83 | 30,26 | 30,31 | 28,56 | 31,18 | 29,55 ^{ns} | 29,77 ^{ns} | 26,0 | 25,8 |
| 42 | 30,78 | 30,17 | 30,92 | 31,40 | 30,79 | 31,90 | 30,83 ^{ns} | 31,16 ^{ns} | 25,2 | 26,8 |

*Valores médios com letras diferenciadas nas colunas são estatisticamente significativos pelo teste t-Student (P<0,05).

Aos 7 dias de idade não houve diferença entre os tratamentos (ns) provavelmente devido ao manejo de aquecimento dos galpões. Aos 14 dias (p= 0,00098) e 21 dias (p= 0,0002), a temperatura superficial das aves no galpão com LED diferiram do galpão com lâmpada fluorescente, devido a uma possível alteração climática no ambiente que modificou a temperatura das aves. Aos 28 dias (p= 0,04), 35 dias (p= 0,60) e 42 dias (p= 0,30), as temperaturas superficiais das aves não diferiram em função do tratamento, provavelmente pelas mudanças das condições ambientais que se adequam a cada idade, para manter o conforto térmico animal. As temperaturas internas dos dois galpões não diferiram durante o experimento (p=0,65). Provavelmente, a inexistência de diferença entre as temperaturas internas foi determinante nos resultados das temperaturas superficiais no intervalo estudado.

NÄÄS et al. (2010) encontraram alta correlação entre as regiões sem penas e temperatura do ar, o que indica que estas áreas respondem rapidamente à mudanças na temperatura do ar, provavelmente devido ao fluxo sanguíneo periférico, enquanto o coeficiente de correlação para as partes do corpo com penas era de 0,6. A razão

provável da pequena correlação é a camada de ar que aumenta a inércia térmica entre a pele e as penas. Os mesmos autores comentam que a perda de calor varia nas partes distintas do corpo durante o período de crescimento, e isso está relacionado à temperatura do ar do ambiente e o empenamento da ave. BARACHO et al. (2011) observaram diferença tanto na temperatura da superfície (Ts) e da temperatura de bulbo seco (TBS), entre aves de diferentes idades, e os resultados da temperatura superficial foi diferente entre a primeira e quarta semana de vida em ambos os lotes.

Na Tabela 2, observa-se o desempenho das aves nos dois sistemas de iluminação (fluorescente e LED) em todas as fases do ciclo de criação das aves (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias) e observa-se que, o peso médio (PM) e o consumo de ração (CR), apresentaram bons resultados quando expostos as duas fontes de iluminação. A conversão alimentar dos frangos de corte tiveram melhor conversão alimentar aos 7, 14 e 35 dias, quando expostos à lâmpada de LED, já aos 21, 28 e 42 dias de idade, a melhor conversão alimentar foi para os frangos expostos a lâmpada fluorescente.

Tabela 2: Desempenho zootécnico: peso médio (PM), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (M) dos frangos conforme a idade das aves por semana.

| Idade das aves | Desempenho dos frangos | | | | | | | |
|----------------|------------------------|-------|-------------|-------|------|------|------|------|
| | PM (kg) | | CR/ave (kg) | | CA | | M% | |
| | Flu | LED | Flu | LED | Flu | LED | Flu | LED |
| 7 | 0,115 | 0,115 | 0,210 | 0,211 | 1,82 | 1,49 | 0,80 | 0,73 |
| 14 | 0,312 | 0,415 | 0,521 | 0,780 | 1,89 | 1,88 | 1,11 | 0,39 |
| 21 | 0,659 | 0,873 | 1,221 | 1,728 | 1,85 | 1,97 | 0,47 | 0,27 |
| 28 | 1,162 | 1,412 | 1,971 | 2,514 | 1,70 | 1,78 | 0,41 | 0,40 |
| 35 | 1,885 | 2,016 | 3,332 | 3,535 | 1,77 | 1,75 | 0,67 | 0,57 |
| 42 | 2,439 | 2,497 | 4,337 | 4,787 | 1,78 | 1,92 | 1,18 | 1,00 |

*Valores médios não foram estatisticamente significativos pelo teste t-Student ($P < 0,05$).

Não houve diferença para as variáveis de ganho de peso (GPM; $p= 0,8$), consumo de ração ($p= 0,7$), conversão alimentar ($p= 0,9$) e mortalidade das aves ($p= 0,2$) entre os tratamentos. Mas a pequena variação nos resultados foi devido à distribuição de luz, que influenciam o desempenho de frangos de corte, em que o LED se destaca por apresentar essas características em seu funcionamento (AMARAL et al., 2011).

O desempenho produtivo dos frangos de corte depende tanto do controle de luz adequado, envolvendo tanto fluorescente como LED, ambiência, desempenho da quantidade (duração e intensidade) e cor da luz (ou comprimento de onda), como da frequência espectral (GONGRUTTANANUN & GUNTAPA, 2012). Isto é comprovado em trabalho de PAIXÃO et al. (2011) que, avaliando o desempenho produtivo de frangos de corte submetidos a dois tipos de iluminação (lâmpada fluorescente compacta e LED branca), observaram que a lâmpada de LED branca apresentou o mesmo efeito da lâmpada fluorescente no desempenho produtivo das aves (consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar e mortalidade), concluindo que a substituição seria viável e econômica.

MENDES et al. (2013) estudando o desempenho de frangos de ambos os sexos expostos a LED de cor branca e a lâmpadas fluorescente compactas (LFC) dos 7 aos 40 dias de idade, observaram que o peso vivo não diferiu para as aves criadas sob as lâmpadas LED de cor branca. As fêmeas apresentam melhor conversão alimentar dos 21 aos 28 dias de idade quando expostas ao LED.

4. CONCLUSÃO

As temperaturas superficiais das aves no sistema de iluminação de LED foram maiores, quando comparado ao fluorescente e os dados de desempenho das aves não diferiram em ambos os galpões com lâmpada de LED e fluorescente.

A viabilidade do uso da lâmpada de LED na avicultura de corte deve-se a sua maior durabilidade e maior eficiência luminosa, proporcionando maximização da produção e diminuição dos custos.

5. 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**, Viçosa, v. 40, n. 1, p.1-14, 2011.

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**. Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 649-658, 2011.

BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; NASCIMENTO, G.R.; CASSIANO, J.A.; OLIVEIRA, K.R. Surface Temperature Distribution in Broiler Houses. **Brazilian Journal of Poultry Scienc**. Campinas, v.1, n.3, p. 177-182, 2011.

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>. Acessado em 20 de agosto de 2014.

GONGRUTTANANUN, N.; GUNTAPA, P. Effects of Red Light Illumination on Productivity, Fertility, Hatchability and Energy Efficiency of Thai Indigenous Hens. **Kasetsart Journal: Natural Science**, Bangkok, v. 46, p. 51-63, 2012.

KIM, M.J.; PARVIN, R.; MUSHTAQ, M.M.H.; HWANGBO, J.; KIM, J.H.; NA, J.C.; CHOI, H.C. Growth performance and hematological traits of broiler chickens reared under assorted monochromatic light sources. **Poultry science**. Oxford, v. 92, n. 6, p. 1461-1466, 2013.

MENDES, A.S.; PAIXÃO, S.J.; RESTELATTO, R. MORELLO, G.M.; de MOURA, D.J.; POSSENTI, J.C. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. **The Journal of Applied Poultry Research**. Oxford, v. 22, n. 1, p. 62-70, 2013.

MENDES, A.S.; REFFATI, R.; RESTELATTO, R.; PAIXÃO, S.J. Visão e iluminação na avicultura moderna. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.16, n.1-4, p. 5-13, 2010.

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**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 497-502, 2010.

OSRAM. 2007. Osram do Brasil, **Website**. Disponível em: <<http://www.osram.com.br>> Acesso em: 20 de março de 2014.

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

ROZENBOIM, I.; BIRAN, I.; CHAISEHA, Y.; YAHAV, S. The effect of a green and blue monochromatic light combination on broiler growth and development. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 842–845, 2004.

TESSIER, M.; TREMBLAY, D.; KLOPFENSTEIN, C.; BEAUCHAMP, G.; BOULIANNE, M. Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 5, p. 846-849, 2003.

VASSARSTATS. **Software online**. Disponível em: <<http://vassarstats.net/>>. Acesso em: 20 de março de 2014.

CAPÍTULO III

(Redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola)

Projeto Aprovado Integralmente pela Comissão de Ética do Uso de Animais – CEUA

Protocolo nº 001/2014

TEMPERATURA SUPERFICIAL E RESPOSTA COMPORTAMENTAL DOS FRANGOS DE CORTE SOB DUAS FONTES DE LUZ DIFERENTES

Temperatura superficial e resposta comportamental dos frangos de corte sob duas fontes de luz diferentes

RESUMO

A luz é conhecida como uma importante variável do ambiente na regulação e controle do comportamento de frangos de corte e indiretamente afeta a troca de calor entre as aves e o ambiente. Este estudo teve como objetivo investigar a temperatura da superfície, e a resposta comportamental de frangos de corte criados em um ambiente com o diodo emissor de luz (LED). Os frangos foram criados dentro de galpões comerciais *Dark House* em dois tratamentos: fonte de luz fluorescente e LED. A temperatura de superfície e o comportamento das aves foram monitorados desde o primeiro dia de criação. Os aviários foram divididos em quatro quadrantes, e a gravação das variáveis foi monitorada no centro geométrico de cada quadrante. Resultados da temperatura da superfície foram mapeados, e a resposta comportamental foi organizada em normal e diferente do habitual, e testado para a interação com o uso de LED. Não houve efeito da fonte de luz em qualquer comportamento de frangos encontrada no presente estudo. A longa vida de duração e economia da fonte de luz LED pode ser a razão adequada para a sua utilização na produção de frangos de corte.

Palavra-chave: luz monocromática, LED, bem estar, atividade dos frangos de corte

Broilers' surface temperature and behavioral response under two different light sources

ABSTRACT

Light is known as an important environment variable in the regulation and control of behavior of broilers. Depending on the light source it may also add heat to the rearing ambient, and indirectly affect the heat exchange between the birds and the environment. This study aimed to investigate the surface temperature, and behavioral response of broilers reared in an environment with monochromatic light emitted diode (LED). Broilers were reared inside commercial dark houses under two treatments: fluorescent and LED light source. Birds surface temperature and behavior were monitored since the first day of grow out. The aviaries were virtually divided in four quadrants, and the variables recording was monitored in the geometric center of each quadrant. Surface temperature results were mapped, and the behavioral response was organized into normal and abnormal, and tested for interaction with the use of LED. No effect of the light source on any behavior of broilers was found in the present study. The long life and economics of the LED light source might be the proper reason for its use in broiler production.

Keywords: monochromatic light, LED, welfare, broiler activity

1. INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte tem se desenvolvido nas últimas décadas, junto com as inovações tecnológicas em genética; nutrição e criação de ambiente que evoluíram também. A temperatura ambiente pode influenciar o desempenho das aves, principalmente na última semana de crescimento, como a exposição ao estresse de calor pode reduzir a ingestão de alimentos prejudicando o desempenho dos frangos (Abeyesinghe et al., 2001; Tao & Xin, 2003; Shinder et al., 2007; Amaral et al., 2011). Entre as principais estratégias para prevenir a perda de produtividade, devido ao estresse térmico é o controle de luz. Frangos expostos a luz baixa (<5 lux) produzem menos calor sensível na quarta e quinta semana (Lin et al., 2006). Bem-estar dos frangos de corte é afetado pela gestão de luz no ambiente de criação. Na literatura verifica-se que a elevada intensidade de luz em aviários induz atividade motora e possível esgotamento de aves, além do aparecimento de anomalias locomotoras (Prayitno et al, 1997; Bessei, 2006). Associado a outros fatores, tais como fontes de luz, distribuição e cor, a duração da luz pode afetar o desempenho, comportamento e bem-estar do lote (Kristensen et al, 2007; Mendes et al, 2010). O comportamento é um dos parâmetros utilizados para avaliar o bem-estar animal, como as aves podem se comportar de forma diferente com a mesma intensidade de luz a partir de duas fontes diferentes que parecem idênticos aos observadores (Prayitno et al, 1997; Kristensen et al, 2007; Gongruttananun & Guntapa, 2012).

Um método para identificar as variações de temperatura ambiente e a perda de calor pelas aves é o uso de análise térmica, que permite fazer o mapeamento da temperatura da superfície das aves e estimar sua termorregulação corporal e, finalmente, o bem-estar do lote (Aerts et al., 2003). A capacidade de dissipação de calor das aves

diminui à medida que a temperatura ambiente e a umidade relativa se eleva acima da zona termoneutra (Yahav et al, 2005; Lin et al, 2006.)

Os tipos mais comuns de iluminação na avicultura brasileira são, lâmpadas fluorescentes, incandescentes e lâmpadas de vapor de sódio (Mendes et al., 2010). Outra lâmpada que foi recentemente estudada é o diodo emissor de luz (LED), que contribui na uniformidade de distribuição da iluminação, bem como uma redução nos gastos com novas lâmpadas, pois as lâmpadas LED tem uma vida útil mais longa em comparação com as fluorescentes (Rozenboim et al., 1999).

A presente pesquisa teve como objetivo estudar a temperatura da superfície e o comportamento de frangos de corte durante o processo de criação dentro dos galpões *Dark House*, comparando o uso de fonte de luz fluorescente e monocromático (LED).

2. 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", sendo o 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, com sistemas de iluminação fluorescente (controle manual da luminosidade de acordo com a idade das aves), as lâmpadas eram desligadas conforme a necessidade de intensidade luminosa das aves e LED (controlador automático de intensidade luminosa de acordo com a idade das aves) era utilizado um dimmer para controlar a intensidade luminosa das lâmpadas LED. Um total de 31.500 aves da linhagem Cobb[®] (lote misto fêmea e macho). O manejo das aves foi realizado conforme manual da empresa integradora. Os aviários foram praticamente divididos em

quatro quadrantes, e os dados foram registrados no centro geométrico de cada quadrante.

O programa de luz utilizado em ambos os galpões foi de 23 horas de luz de uma aos sete dias de idade, 18 horas de luz de 8 aos 21 dias de idade, 20 horas de luz de 22 aos 35 dias de idade e 22 horas de luz de 36 dias de idade até o abate.

2.1 Variáveis coletadas

A temperaturas superficial das aves (T_s) foram registradas semanalmente usando uma câmera de termográfica infravermelha Testo[®] 880 V 1.4 com uma precisão de $\pm 0,1^\circ \text{C}$ e no espectro de 7,5 - 13 micrômetros. A câmara foi colocada a uma distância de 1 m de altura acima das aves, a fim de obter uma imagem, que inclui todas as aves alvo. O coeficiente de emissividade (ϵ) adotado foi de 0,95 para todas as regiões do frango. O registro da temperatura de superfície foi feito, pela manhã, às 10:00 horas. Foram registradas vinte e quatro imagens térmicas das aves, sendo seis imagens de duas aves por quadrante.

Ao mesmo tempo, da (T_s) a gravação do comportamento de frangos de corte foi avaliada aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de crescimento. Comportamentos individuais também foram agrupados em duas categorias de análise: normais e anormais. Esta classificação foi baseada em estudo desenvolvido por Bizeray et al. (2002). Os movimentos relacionados ao conforto (MC) foram: comendo, bebendo, andando, explorando pena, ciscando e banho de areia (Tabela 1). Dentro de cada categoria, foi considerado normal e diferente do habitual. Dentro do movimento de desconforto (MD) a análise do time-budget foi realizada considerando os comportamentos normais e anormais.

2.2 Análise dos dados

A partir de imagens térmicas das aves, dez pontos de temperatura de superfície foram selecionados em cada ave, e o valor foi calculado. Estes valores foram testados usando o teste t-Student, assumindo a normalidade dos dados. Os dados foram processados usando o software online Vassarstats (2014). Variáveis de (Ts) foram submetidos ao software Surfer[®] (2010) para desenhar mapas de geoestatística.

As gravações de vídeo foram realizadas no interior dos aviários, a fim de avaliar o comportamento das aves (Figura 1). Câmeras de vídeo de mão foram usadas e preparado um etograma detalhado dos comportamentos exibidos, e observação direta também foi realizada. As imagens foram obtidas por 40 min em cada aviário, 20 min durante a manhã 08:00 – 09:00 horas, e 20 min no período da tarde 14:00 - 15:00 horas durante o experimento. Neste etograma (Tabela 1) os seguintes comportamentos foram registrados: sentado (S), comendo (C), bebendo (B), explorando pena (EP), ciscando (CIS), banho de areia (BA) e movimento de desconforto (MD). Foram excluídas imagens que representam comportamentos causados por eventos isolados (ruídos externos, a entrada de pessoas no local, entre outros).

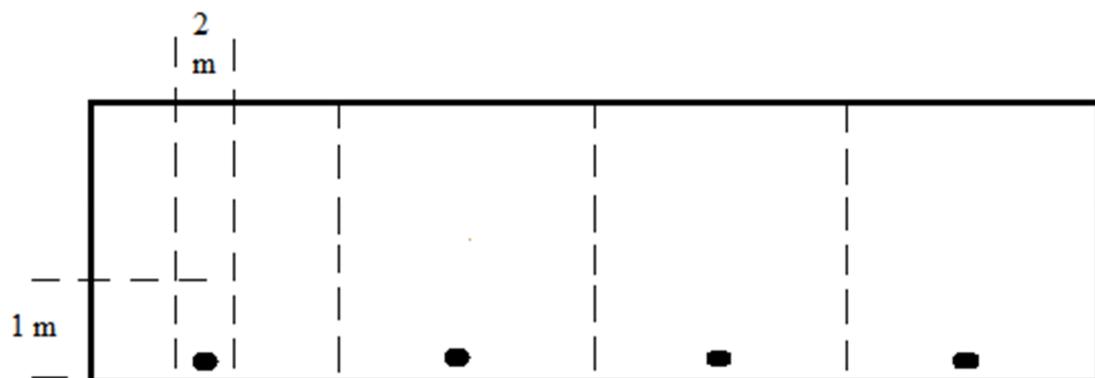


Figura 1: Pontos das filmagens de comportamento dos frangos de corte.

Para analisar o comportamento das aves, estes foram classificadas em função da escala de intensidade: muito pouco (1), pouco (2), normal (3) suficiente (4), muitíssimo

(5), os comportamentos foram divididos em diferente do habitual (1) e normal (0). A análise descritiva foi aplicada aos dados, e posteriormente foram calculados o Odds Ratio, assumindo normalidade dos dados. Os dados foram processados usando o software online Medcalc (2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Temperatura superficial durante a fase inicial de crescimento

A Figura 2 mostra a distribuição espacial da temperatura da superfície (T_s) das aves em dois aviários, com uma fonte de luz de lâmpada fluorescente (FLU) e lâmpada de diodo emissor de luz no período inicial de crescimento (7, 14 e 21 dias de idade). Na Figura 3 os mapas geoestatísticos da temperatura de superfície durante a fase final (28, 35 e 42 dias de idade) são apresentados. Aos 7 dias de idade das aves as (T_s) foram inferiores a cerca de $24\text{ }^\circ\text{C}$ no início do aviário com fonte de luz fluorescente (FLU - 7) e uma maior variação foi encontrada no meio para o final com temperaturas de $35\text{ }^\circ\text{C}$. Na fonte de luz de LED, a expressão da (T_s) no aviário também atingiu a temperatura de $24\text{ }^\circ\text{C}$, e a maior elevação da temperatura variou entre $33\text{ }^\circ\text{C}$ e $35\text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 2a). Aos 14 dias de idade as aves do aviário com lâmpadas fluorescentes (FLU - 14) a (T_s) permaneceu menor no início do aviário e aumentou ao longo do aviário, e dentro do aviário com lâmpadas de LED (LED - 14) menores valores de (T_s) foram observados no centro. Na entrada de ar do aviário, a (T_s) foi maior do que $36\text{ }^\circ\text{C}$ e na saída os valores de (T_s) foram de $34\text{ -}36\text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 2b). Aos 21 dias de idade no aviário com fonte de luz fluorescente (FLU - 21) os valores de (T_s) variaram entre 24 até $34\text{ }^\circ\text{C}$ na entrada de ar, e no restante da área a (T_s) variou de 33 até $36\text{ }^\circ\text{C}$. Dentro do ambiente de criação, o aviário com fonte de luz LED apresentou maior variação de (T_s) sendo os maiores valores de (T_s) encontrados no centro para a saída do ar de $36\text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 2c).

3.2 Temperatura superficial durante a fase final

Ao atingirem 28 dias de idade a (T_s) dos frangos de corte permaneceu menor nas áreas próximas à entrada de ar em ambos os aviários, com 24 a 31 °C nos aviários com fonte de luz fluorescente, enquanto que os valores encontrados dentro do aviário com fonte de luz LED foi de 27 a 33 °C. Os frangos no restante do aviário apresentaram uma boa distribuição da (T_s), e os valores mais baixos de (T_s) foram encontrados dentro do ambiente de criação do aviário com fonte de luz LED (29 a 32 °C). Os valores de (T_s) encontrados dentro do aviário com a fonte de luz fluorescente (FLU - 28) foi de 30 a 34 °C (Figura 3a). Aos 35 dias de idade, os frangos criados dentro do aviário com uma fonte de luz fluorescente mostraram valores de (T_s) superior a 35 °C, quando comparadas com as obtidas dentro do aviário com uma fonte de luz LED (32 °C). Enquanto as menores (T_s) dos frangos de corte na saída de ar no interior do aviário usando fonte de luz fluorescente (FLU 35) foram entre 24 e 32 °C, no interior do aviário com fonte de luz LED, os valores foram 24 a 29 °C (Figura 3b). Quando os frangos estavam com 42 dias de idade no interior do aviário com fonte de luz LED a (T_s) foi mais expressiva, sendo que no galpão com FLU a (T_s) foi de 27 a 33°C e 24 °C a 31 °C no galpão com LED. A variações de (T_s) no centro e fim do aviário foram entre 27 °C e 34 °C no galpão com a FLU e diminui entre 24 °C e 34 °C no galpão com LED (Figura 3c).

A variação da temperatura superficial depende da interação entre o calor do corpo, o isolamento do corpo, a circulação do sangue da superfície, e a temperatura de criação (Tao & Xin, 2003; Nääs et al., 2010). Como os aviários *Dark House* tem controlado a temperatura do ar, os resultados da temperatura da superfície das aves são relativamente similares em ambos os aviários que diferiram apenas na fonte de luz. A

homeotermia é alcançada mantendo a temperatura corporal do núcleo das aves quase a 41,7 °C (Aerts et al., 2003;. Amaral et al., 2011). Alguns estudos mostram que as diferenças de temperaturas superficial das aves estão associadas com a perda de calor, o que passa por mudanças fisiológicas quando a homeotermia é afetada. As regiões do corpo dos frangos com penas e sem penas (asa, patas, cabeça) contribuem para esta perda de calor, que ocorre entre a superfície do corpo e o ambiente circundante (Yahav et al, 2004; Shinder et al, 2007).

Malheiros et al. (2000) relataram que o aumento da condutividade térmica da pele ocorre quando a temperatura ambiente sobe de 20 a 40 ° C, causando um aumento no fluxo de sangue periférico, que é o fator chave para mudar a temperatura da superfície dos frangos; no entanto, esse aumento na condutividade térmica da pele não ocorreu no presente estudo. A principal explicação encontrada na literatura comparando a variação da temperatura da superfície das aves está associada com a temperatura ambiente ou então relacionada com a energia das dietas oferecidas aos frangos (Ferreira et al., 2011). Os autores mostraram que a média das temperaturas da superfície (T_s) das aves está também relacionada com as temperaturas de superfície em torno do ambiente de criação, tais como a temperatura de superfície da cama, as cortinas laterais e o forro (Baracho et al, 2011; Nascimento et al, 2014). Esta temperatura pode variar em diferentes partes do corpo, conforme o crescimento das aves, dependendo da temperatura do ar e o empenamento das aves (Nääs et al., 2010). Possivelmente os dois aviários estudados com fontes de luz fluorescentes e LED, manteve uma condição ambiental ideal para cada período de crescimento.

Caneppele et al. (2014) relataram que, devido ao processo de fabricação permitir a inserção de fontes que emitem luz com diferentes comprimentos de onda o LED pode

ser vantajoso, uma vez que apresenta uma maior eficiência energética. Rosa & Araújo (2010) comentam que o LED é muito mais eficiente do ponto de vista do consumo de energia e, portanto, mais acessível para o consumidor a longo prazo.

Em relação ao comportamento das aves, o número de movimentos de conforto ou desconforto, normal ou diferente do habitual não diferiu ($p = 0,224$), indicando semelhança entre o comportamento observado (Tabela 2). Aves expostas a diferentes intensidades de luz tendem a mostrar diferenças em alguns comportamentos, como ciscar. No entanto, os comportamentos comer e beber não são afetados pela intensidade da luz (Kristensen et al., 2007). Alvino et al. (2009) mostraram algum grau de sincronia de comportamento e nível de inatividade em frangos de corte, quando o grupo é afetada pela intensidade da luz. No entanto, nenhum efeito da fonte de luz em qualquer comportamento de frangos foi encontrado no presente estudo.

A longa vida e economia da fonte de luz LED pode ser a razão adequada para a sua utilização na produção de frangos de corte.

4. CONCLUSÃO

A temperatura superficial das aves em ambos os aviários estudados apresentaram boa variabilidade, onde o ambiente tinha as condições ideais para os frangos. E o comportamento das aves não foi afetado pelas fontes de luz. O LED é uma boa alternativa na iluminação dos aviários, devido suas vantagens de fabricação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abeyesinghe SM, Wathes CM, Nicol CJ, Randall JM. The aversion of broiler chickens to concurrent vibrational and thermal stressors. *Applied Animal Behavior Science* 2001; 73: 199-215.

- Aerts M, Wathes CM, Berckmans D. Dynamic data-based modelling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system. *Biosystems Engineering* 2003; 84: 257-266.
- Alvino GM, Archer GS, Mench JA. Behavioral time budgets of broiler chickens reared in varying light intensities. *Applied Animal Behavior Science* 2009; 118: 54–61.
- Amaral AG, Yanagi Junior T, Lima RR, Teixeira VH, Schiassi L, Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2011; 63: 649-658.
- Baracho MS, Nääs IA, Nascimento GR, Cassiano JA, Oliveira KR. Surface temperature distribution in broiler houses. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2011; 13: 177-182.
- Bessei, W. Bem-estar de frangos de corte.: Uma revisão *Jornal do mundo Poultry Science* , 2006, 62: 455-466.
- Bizeray D, Estevez I, Leterrier C, Faure JM. Effects of increasing environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. *Applied Animal Behavior Science* 2002; 79: 27–41.
- Caneppele FL, Marquesini IA, Gabriel Filho LRA, Seraphim OJA. Sensibilidade espectral do olho das aves e a importância da composição espectral das fontes de luz artificial. *In... III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal*. Available on: <http://sisca.com.br/resumos/SISCA_2013_064.pdf>. Accessed on:13 March 2014.
- Ferreira VMOS, Francisco NS, Belloni M, Aguirre GMZ, Caldara FR, Nääs IA, Garcia RG, Almeida Paz ICL, Polycarpo GV. Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2011;13: 113-118.

- Gongruttananun N, Guntapa P. Effects of red light illumination on productivity, fertility, hatchability and energy efficiency of Thai indigenous hens. *Kasertsart Journal of Natural Science* 2012; 46: 51 – 63.
- Kristensen HH, Prescott NB, Perry GC, Ladewig J, Ersbøll AK, Overvad KC, Wathes CM. The behavior of broiler chickens in different light sources and illuminances. *Applied Animal Behavior Science* 2007; 103: 75–89.
- Lin H, Jiao HC, Buyse J, Decuypere F. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Journal* 2006; 62:71-85.
- Malheiros RD, Moraes VMB, Bruno LDG, Malheiros EB, Furlan RL, Macari M. Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broilers chicks in first week post hatch. *Journal of Applied Poultry Research* 2000; 9: 111-117.
- Medcalc. Statistical Software Version 13.3. Available on: <
http://www.medcalc.org/calc/odds_ratio.php>. Accessed on: 20 April 2014.
- Mendes AS, Reffati R, Restelatto R, Paixão SJ. Visão e iluminação na avicultura moderna. *Revista Brasileira de Agrociência* 2010; 16: 05-13.
- Nääs IA, Romanini CEB, Neves DP, Nascimento GR, Vercellino R. A. Broiler surface Temperature Distribution of 42 day old chickens. *Scientia Agricola* 2010; 67: 497-502.
- 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.
- Prayitno DS, Phillips CJC, Stokes DK. The effects of color and intensity of light on behavior and leg disorders in broiler chickens. *Poultry Science* 1997; 76: 1674–1681.

- Rosa ECA, Araujo GF. Diodo Emissor de Luz. 2010. Available at <<http://www.demar.eel.usp.br/electronica/2010/LED.pdf>>. Accessed on: 13 Feb. 2014.
- Rozenboim I, Biran I, Uni Z, Robinzon B, Halevy O. The effect of monochromatic light on broiler growth and development. *Poultry Science* 1999; 78: 135-138.
- Shinder D, Rusal M, Tanny J, Druyan S, Yahav S. Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. *Poultry Science* 2007; 86: 2200-2209.
- Surfer. Contouring 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers, 2010. Available on: <<http://www.goldensoftware.com>>. Accessed on: 12 de março 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/>>. Accessed on: 20 April 2014.
- Yahav S, Shinder D, Tanny J, Cohen S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. *World's Poultry Science Journal* 2005; 61: 419-434.
- Yahav S, Straschnow A, Luger, D, Shinder D, Tanny J, Cohen S. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poultry Science* 2004; 83: 253-258.

Tabela 1. Etograma utilizado para avaliar o comportamento das aves.

| Comportamento | | Descrição |
|---|--------------------------|---|
| Sentando Comendo Bebendo | Movimento de conforto | Comportamento caracterizado quando o peito da ave está em contato com o chão |
| | | Comendo ou bicando o alimento |
| Explorando pena Ciscando Banho de areia | Movimento de desconforto | Bebendo água do bebedouro |
| | | Explorando pena com o bico |
| | | Quando a ave explora seu território com os pés e bico, direcionado para o chão |
| | | Revolvendo a cama espalhando para o corpo, ou no chão na área de criação |
| | | Movimentos para esticar as asas e as pernas do mesmo lado do corpo agitando simultaneamente as penas e/ou batendo |

Adaptado por Bizeray et al. (2002).

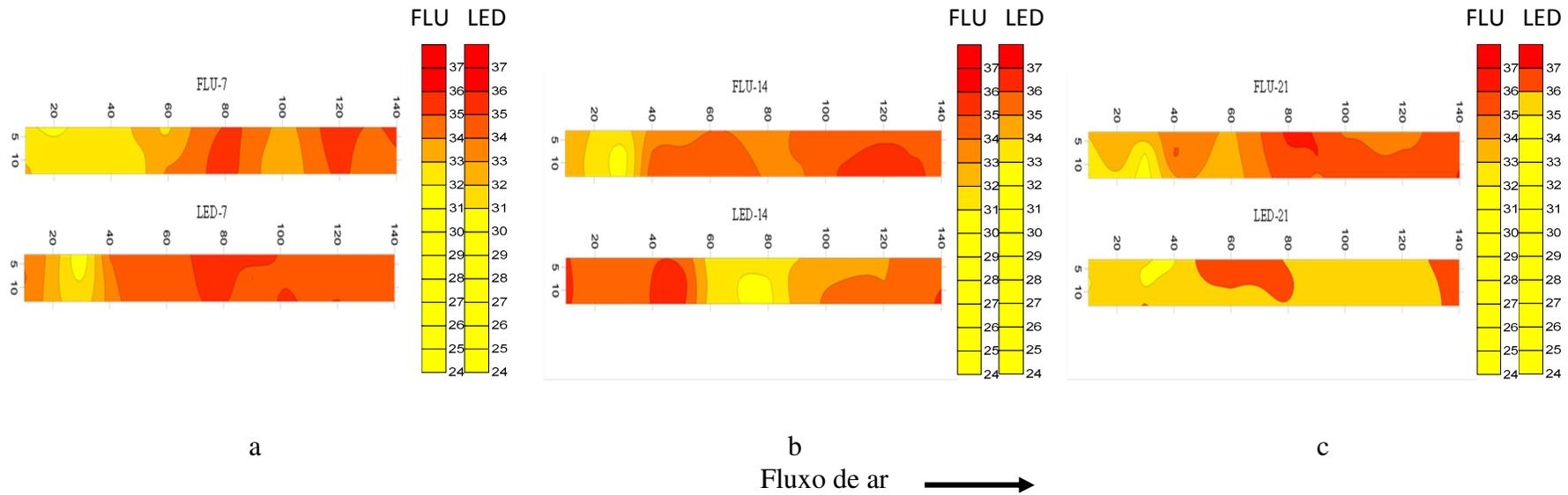


Figura 2. Temperatura superficial (T_s) dos frangos de corte aos 7 dias de idade, distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU - 7) e com diodo emissor de luz (LED - 7) (a); aos 14 dias de idade distribuídos no aviário com a lâmpada fluorescente (FLU - 14) e com a diodo emissor de luz (LED - 14) (b); aos 21 dias de idade, distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU- 21) e com diodo emissor de luz (LED - 21) (c) por quadrante (intervalo de $0,5^\circ\text{C}$), que corresponde à fase inicial de crescimento.

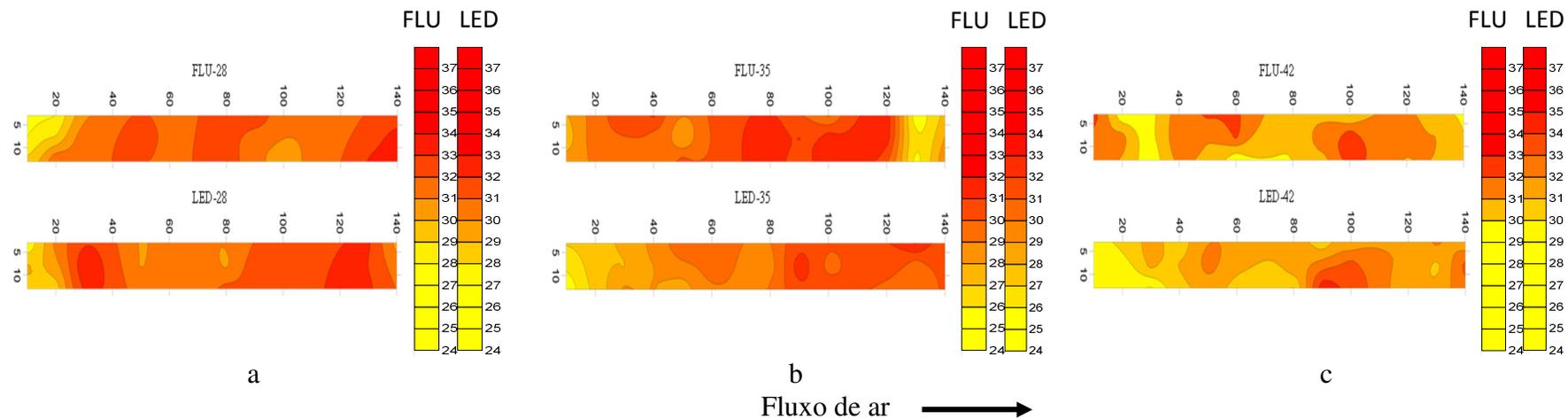


Figura 3. Temperatura superficial (T_s) dos frangos de corte aos 28 dias de idade, distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU - 28) e com diodo emissor de luz (LED - 28) (a); aos 35 dias de idade, distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU - 35) e com diodo emissor de luz (LED - 35) (b); e aos 42 dias de idade distribuídos em aviário com lâmpada fluorescente (FLU - 42) e com diodo emissor de luz (LED - 42) (c) por quadrante (intervalo de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), o que corresponde a fase final de crescimento.

Tabela 2. Comportamento dos frangos de corte separados em movimentos de conforto (MC) e desconforto (MD) e classificados como normais e diferentes do habitual em aviários com fonte de luz fluorescente (FLU) e diodo emissor de luz (LED).

| Classificação | Comportamento dos frangos de corte | | | |
|-----------------------|------------------------------------|-----|--------|-----|
| | MC | | MD | |
| | FLU | LED | FLU | LED |
| Diferente do habitual | 45 | 41 | 7 | 4 |
| Normal | 15 | 19 | 5 | 8 |
| OR | 0,7193 | | 0,3571 | |
| <i>p</i> - valor | 0,4186 | | 0,2243 | |

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento na produção de frangos de corte torna-se necessário o investimento em tecnologia nas instalações, possibilitando um ambiente totalmente controlado em que as aves expressem suas características de produção e garantam o bem-estar animal.

Para que isso ocorra o uso de fontes de luz se faz necessário, possibilitando melhoras nas condições climáticas do ambiente de criação. Deve-se fazer uso de fontes de iluminação que emitam uma intensidade de luz ideal em cada fase de criação dos frangos de corte. Com isso o LED é uma boa fonte de luz pelo seu espectro luminoso e maior tempo de uso, isso faz com que esta lâmpada se destaque em relação as outras.

Por meio do aperfeiçoamento do ambiente de criação das aves com o uso da tecnologia LED, faz com que esse ambiente seja favorável para as diferentes idades dos frangos que fazem suas funções fisiológicas, como a homeotermia, fazendo a troca de calor com o ambiente e mantendo seu desenvolvimento ate o final de criação.

ANEXO

Comissão de Ética do Uso de Animais – CEUA
Protocolo - nº 001/2014



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA

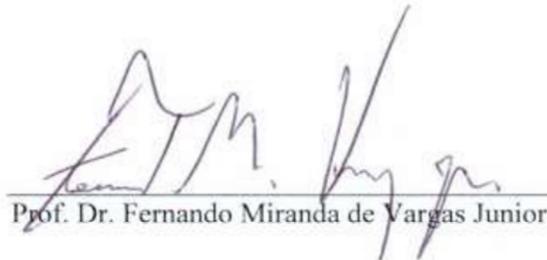
Dourados-MS, 28 de abril de 2014

Senhor Pesquisador:

Fabício Eugênio Araújo

O Projeto de sua responsabilidade – Protocolo nº. **001/2014 – CEUA/UFGD** - intitulado “**Diodo Emissor de Luz (LED) na produção de frangos de corte**” foi integralmente **APROVADO** e poderá ser conduzido.

Ressaltamos que é de responsabilidade do (a) pesquisador (a) envio de notificação à CEUA sobre o término do projeto.



Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior

Coordenador CEUA