



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

**DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE EXPOSTOS À  
ILUMINAÇÃO COM DIODO EMISSOR DE LUZ (LED)**

MAYARA RODRIGUES DE SANTANA

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia – Área de Concentração:  
Produção Animal, como parte das  
exigências para obtenção do título  
de Mestre em Zootecnia.

Dourados - MS  
Janeiro de 2014



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

**DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE EXPOSTOS À  
ILUMINAÇÃO COM DIODO EMISSOR DE LUZ (LED)**

**MAYARA RODRIGUES DE SANTANA**

Zootecnista

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia**

**CO-ORIENTADORES: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Fabiana Ribeiro Caldara**

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia – Área de Concentração:  
Produção Animal, como parte das  
exigências para obtenção do título  
de Mestre em Zootecnia.

Dourados - MS  
Janeiro de 2014

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

S232d Santana, Mayara Rodrigues de.  
Desempenho e comportamento de frangos de corte  
expostos à iluminação com diodo emissor de luz (LED) /  
Mayara Rodrigues de Santana – Dourados-MS : UFGD,  
2014.  
60 f.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade  
Federal da Grande Dourados.

1. Frangos de corte. 2. Avicultura. I. Garcia, Rodrigo  
Garófallo. II. Título.

CDD: 636.513

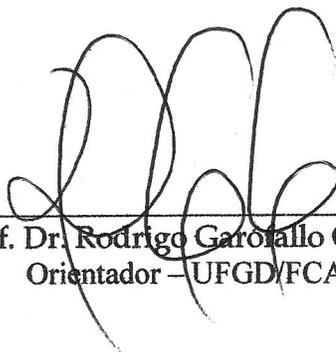
**“Desempenho e comportamento de frangos de corte expostos à iluminação com diodo emissor de luz (LED)”**

por

**MAYARA RODRIGUES DE SANTANA**

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

Aprovada em: 16/01/2014



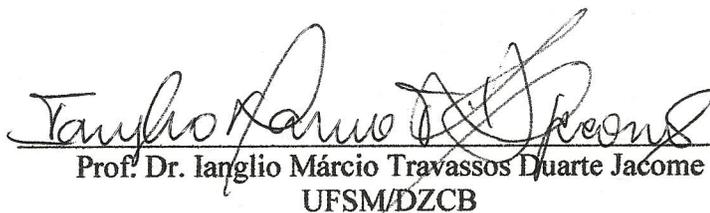
---

Prof. Dr. Rodrigo Garófalo Garcia  
Orientador – UFGD/FCA



---

Profa. Dra. Giselle Borges de Moura  
UFGD/FCA



---

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

*“Mas eu estou aqui  
Vivendo esse momento lindo  
De frente pra você  
E as emoções se repetindo  
Em paz com a vida  
E o que ela me traz  
Na fé que me faz  
Otimista demais  
Se chorei ou se sorri  
O importante  
É que emoções eu vivi.”*

*Roberto Carlos e Erasmo Carlos*

À Deus,

Pela vida, saúde, sabedoria e força para continuar a trajetória. Por me conduzir para os melhores caminhos.

OFEREÇO...

Aos meus queridos pais Manoel e Antonia,

Pelo amor, carinho, educação e incentivo a prosseguir. Pelos ensinamentos que serviram de base na minha vida. Sem esse apoio nada teria acontecido.

Ao meu irmão Emerson,

Pela parceria, amizade e colaboração.

Ao meu noivo Jayme,

Pela dedicação, apoio incondicional, amor e compreensão.

DEDICO...

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela possibilidade de desenvolver este trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia, pela orientação, amizade, paciência, oportunidades, compreensão. Pelos “puxões de orelha” e conselhos, por ter contribuído grandemente para minha formação pessoal e profissional.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em especial a Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Fabiana Ribeiro Caldara, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Irenilza de Alencar Nääs, pelo conhecimento repassado e colaboração na realização deste trabalho.

Aos “irmãos” Rodrigo Borille, Ana Flávia Basso Royer, Kelly Cristina Nunes e Bruna Barreto, pelos momentos de alegrias e dificuldades, pela amizade, trocas de conhecimento e por estarem presentes em todos os momentos desta caminhada.

Aos meus amigos Luiz Fernando, Harumi Narimatsu, Rita de Kássia, Mayara Cristina, Rosana Matos, Jimmy Alegre, Luan Sousa e Suély Copini, pela amizade, incentivo, ajuda e companheirismo.

Aos colegas de mestrado Marlon Amadori, Marta Moi, Marília Figueiredo, Nilsa Duarte, Roselaine Ponso e Luciana Foppa, pela disposição e contribuição durante a realização deste trabalho.

Aos colegas de graduação, PET/ZOO e integrantes do Grupo de Pesquisa em Nutrição e Produção de Monogástricos, pela colaboração na realização dos experimentos.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, pela dedicação e ajuda durante o período experimental.

Ao CNPq e CAPES, pelo financiamento da pesquisa e concessão de bolsa de estudos.

À todos que de alguma forma colaboraram com a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

MAYARA RODRIGUES DE SANTANA, filha de Manoel de Santana e de Antonia Rodrigues de Santana, nasceu em Dourados, no estado de Mato Grosso do Sul, no dia 07 de maio de 1988. Iniciou em fevereiro de 2006 o curso de Tecnologia em Manejo e Nutrição Animal pelo Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), concluindo em dezembro de 2007. No ano 2008 iniciou o curso de Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), concluindo em 2012. Em março de 2012 iniciou o mestrado na área de Produção Animal, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

## SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT .....	3
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	4
CAPÍTULO I - Revisão de Literatura.....	6
Importância da luz na avicultura.....	7
Visão das aves.....	7
Programas de luz para frangos de corte.....	9
Intensidade luminosa.....	10
Fontes de iluminação para aves.....	11
LED na produção avícola.....	12
Comportamento das aves.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15
CAPÍTULO II - Diodo emissor de luz (LED na iluminação artificial de frangos de corte..	21
RESUMO:.....	22
ABSTRACT:.....	23
INTRODUÇÃO.....	23
MATERIAL E MÉTODOS .....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÕES .....	35
REFERÊNCIAS .....	36
CAPÍTULO III - Comportamento de frangos de corte expostos à iluminação artificial com LED.....	40
RESUMO.....	41
ABSTRACT .....	42
INTRODUÇÃO.....	43
MATERIAL E MÉTODOS .....	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
IMPLICAÇÕES GERAIS .....	58
APÊNDICE.....	59
VIABILIDADE DOS CUSTOS DAS LÂMPADAS.....	59
VALORES NUTRICIONAIS DA RAÇÃO.....	60

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

Tabela 1. Especificações das lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) e fluorescente compacta (CFL): tensão, potência, ângulo de luminosidade, temperatura de cor, intensidade de luz, dimensões e informações dos fabricantes.....	28
Tabela 2. Valores ideais de temperatura e umidade relativa do ar em função da idade das aves.....	30
Tabela 3. Ganho de peso (CP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte submetidos a diferentes cores de LED na iluminação artificial em comparação a lâmpada fluorescente no período de 1 a 42 dias de idade.....	30
Tabela 4. Rendimento de carcaça (%) e cortes nobres (%) de frangos de corte submetidos a diferentes cores de LED na iluminação artificial em comparação a lâmpada fluorescente..	32
Tabela 5. Ganho de peso acumulado (GPA), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a duas cores de LED na iluminação artificial em comparação a lâmpada fluorescente (E2).....	34
Tabela 6. Rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte submetidos a duas cores de LED na iluminação artificial em comparação a lâmpada fluorescente (E2).....	35

### CAPÍTULO III

Tabela 1. Especificações das lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) e fluorescente compacta (CFL): tensão, potência, ângulo de luminosidade, temperatura de cor, intensidade de luz, dimensões e informações dos fabricantes.....	45
Tabela 2. Etograma descritivo dos comportamentos observados de frangos de corte.....	47
Tabela 3. Valores ideais de temperatura e umidade relativa do ar em função da idade das aves.....	48
Tabela 4. Valores médios da frequência comportamental de frangos de corte expostos a diferentes cores de LED em comparação a lâmpada fluorescente.....	49
Tabela 5. Valores médios da frequência comportamental com interação entre idade e fonte de luz em frangos de corte expostos a iluminação artificial com LED em comparação a lâmpada fluorescente.....	51

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1. Espectro de sensibilidade relativa de aves e humanos.....08

### CAPÍTULO II

Figura 1. Vista externa e interna do aviário experimental de frangos de corte.....25

Figura 2. Esquema de posicionamento dos tratamentos nos boxes dentro do aviário experimental de frangos de corte durante o experimento 1 (E1).....26

Figura 3. Esquema de posicionamento dos tratamentos nos boxes dentro do aviário experimental de frangos de corte durante o experimento 2 (E2)(M – macho; F – fêmea)...27

Figura 4. Desempenho produtivo (kg) de frangos de corte aos 42 dias de idade sob iluminação artificial com diferentes cores de LED em comparação a lâmpada fluorescente (E1).....31

Figura 5. Rendimento de carcaça e cortes nobres (%) de frangos de corte expostos a iluminação artificial com diferentes cores de LED em comparação a lâmpada fluorescente (E1).....33

### CAPÍTULO III

Figura 1. Vista externa e interna do aviário experimental de frangos de corte.....44

Figura 2. Esquema de posicionamento dos tratamentos nos boxes dentro do aviário experimental de frangos de corte (M – macho; F – fêmea).....46

Figura 3. Percentagem média dos comportamentos de frangos de corte expostos a diferentes cores na iluminação artificial.....52

SANTANA, Mayara Rodrigues de. **Desempenho e comportamento de frangos de corte expostos à iluminação com diodo emissor de luz (LED)**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

**RESUMO:** As aves domésticas são animais sensíveis ao fotoperíodo, e este pode influenciar o seu crescimento e comportamento. A utilização de lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) tem se destacado na avicultura pela economia de energia e viabilidade no processo de criação. A pesquisa foi dividida em dois experimentos (E1 e E2) com o objetivo de avaliar o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte expostos à diferentes cores de LED em comparação as lâmpadas fluorescentes. Foram utilizadas um total de 2646 aves da linhagem Cobb®. Em E1, 1350 pintainhos machos foram expostos à iluminação artificial (20 lx) com LED vermelho, amarelo, azul, branco e lâmpada fluorescente. Em E2, 1296 pintainhos machos e fêmeas foram expostos à iluminação artificial (15 lx) com LED vermelho e azul e lâmpada fluorescente. Em ambos experimentos avaliou-se o ganho de peso acumulado (kg), consumo de ração (kg), conversão alimentar, peso de carcaça quente (kg), rendimento de carcaça (%), peito e coxa-sobrecoxa (%). Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para desempenho e rendimento de carcaça e partes em E1. Em E2 não houve diferença entre as fontes de luz, havendo diferença apenas entre os sexos ( $P\leq 0,05$ ), com machos apresentando melhor desempenho. O segundo experimento (E2) objetivou avaliar além do desempenho, o comportamento de frangos de corte expostos a diferentes cores de LED na iluminação artificial. As aves foram expostas à iluminação artificial com LED nas cores vermelho e azul, comparando com a lâmpada fluorescente. Os comportamentos foram observados e registrados aos 28, 35 e 42 dias de idade. Houve interação ( $P<0,05$ ) entre a idade das aves, sexo e fonte de luz quando as aves apresentaram os comportamentos comendo, bebendo, explorando penas e ciscando. A utilização de LED nas diferentes cores apresentou o mesmo efeito das lâmpadas fluorescentes sobre o desempenho e rendimento de

carcaça de frangos de corte. Aves expostas à iluminação com LED vermelho e lâmpada fluorescente mostraram-se mais ativas em relação às aves expostas ao LED azul.

**PALAVRAS-CHAVE:** avicultura, comportamento, visão.

SANTANA, Mayara Rodrigues de. **Performance and broilers behavior exposed to lighting with light emitting diode (LED)**. 2014. Thesis (Master) – Agrarian Sciences College, Federal University of Grande Dourados, 2014.

**ABSTRACT:** Domestic birds are animals sensitive to photoperiod, and this may influence their growth and behavior. The use of light emitting diode lamps (LED) has excelled in poultry for energy saving and sustainability in the livestock process. The research was divided into two experiments (E1 and E2) aiming to evaluate the performance and carcass yield of broilers exposed to different colors of LED compared to fluorescent lamps. It were used 2646 Cobb broiler chickens breeder. In E1, male birds were exposed to artificial lighting (20 lx) with LED red, yellow, blue, white and fluorescent lamp. In E2, males and females birds were exposed to artificial illumination (15 lx) with red and blue LED and fluorescent lamp. Assessed the cumulative weight gain (kg), feed intake (kg), feed conversion, hot carcass weight (kg), carcass yield (%), chest and thigh-drumstick (%). There was no statistical difference ( $P > 0.05$ ) between the treatments for performance and carcass yield and parts in E1. In E2, only difference between the sexes ( $P \leq 0.05$ ), with males showing better performance. In addition, the second experiment (E2) aimed to evaluate the broiler behavior exposed to different LED colors on artificial lighting. The birds were exposed to artificial lighting with LED in the colors red and blue, comparing with the compact fluorescent lamp. The behaviors were observed and recorded at 28, 35 and 42 days of age. There was interaction ( $P < 0.05$ ) between the age of birds, sex and light source when the birds were eating, drinking behavior, exploring feathers and prancing around. The use of LED in different colors presented the same effect of fluorescent lamps on the performance and carcass yield of broilers. Birds exposed to lighting with red LED and fluorescent lamp proved most active in relation to birds exposed to blue LED.

**KEY-WORDS:** poultry, behavior, vision.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A produção brasileira de carne de frango em 2012 atingiu 12,65 milhões de toneladas de carne, representando uma redução de 3,17% em relação ao ano de 2011. Essa queda na produção é resultado do aumento no custo de produção, devido à alta nos preços dos insumos. Mesmo diante deste cenário, o Brasil manteve a posição de maior exportador e terceiro maior produtor de carne de frango, abaixo apenas dos EUA e China. Do total produzido no país, aproximadamente 69% é destinado ao consumo interno e 31% às exportações para mais de 150 países (UBABEF, 2013).

Um grande desafio na avicultura são os custos com energia elétrica, que representam grande parcela dos custos totais de produção (Bona, 2010), tendo em vista que a iluminação é um fator essencial à produção avícola e a luminosidade do ambiente (intensidade, fotoperíodo, comprimento de onda, fontes de luz) pode afetar o desempenho, comportamento, fisiologia e bem-estar das aves (Mendes et al., 2010).

Dada à importância da avicultura de corte para a economia nacional e mundial, a busca por tecnologias relacionados à racionalização da energia e utilização de métodos mais eficientes vem ganhando espaço entre as pesquisas. Atualmente, vêm sendo empregadas tecnologias de iluminação de ambientes com Diodos Emissores de Luz (LED), que apresentam alta eficiência luminosa e maior vida útil quando comparadas lâmpadas comumente utilizadas.

Nesse contexto, o estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito das lâmpadas de diodo emissor de luz de diferentes cores sobre as características de comportamento das aves, desempenho e rendimento de carcaça.

A dissertação encontra-se dividida em três capítulos. O Capítulo I apresenta uma breve revisão de literatura abordando aspectos relevantes sobre iluminação artificial no sistema de produção avícola. O Capítulo II, redigido nas normas da Revista Engenharia

Agrícola, intitulado "Diodo emissor de luz (LED) na iluminação artificial de frangos de corte", teve por objetivo avaliar o efeito da utilização de diferentes cores de LED na iluminação de frangos de corte, sobre os parâmetros de desempenho das aves e rendimento de carcaça. O Capítulo III, redigido nas normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola, intitulado "Comportamento de frangos de corte expostos à iluminação artificial com LED", teve como objetivo avaliar a influência da iluminação artificial com diferentes cores de LED no comportamento de frangos de corte.

## **CAPÍTULO I**

### **Revisão de Literatura**

## REVISÃO DE LITERATURA

### Importância da luz na avicultura

O sucesso na produção avícola está relacionado a inúmeros fatores, dentre os quais alguns são essenciais para funções biológicas das aves. Gabriel (2003) relata que a luz ou luminosidade foi reconhecida na década de 40 como indispensável à produção avícola. Na produção de frangos de corte, o fornecimento de luz tem a finalidade de permitir adaptação nos primeiros dias de vida, crescimento e melhor ingestão de ração e água (Mendes et al., 2010).

A iluminação apresenta diferentes características, de acordo com o fotoperíodo, intensidade luminosa, e comprimento de onda da fonte de luz, podendo causar alterações comportamentais e fisiológicas nas aves (Mendes et al., 2010).

O uso da iluminação artificial é mais ostensivo em países da Europa e Estados Unidos, e em regiões com clima desfavorável, onde se utilizam sistemas de criação em galpões fechados (*dark house*), elevando o custo com energia elétrica e afetando diretamente o valor do produto que chega ao mercado consumidor, porém mantendo o controle de temperatura e luminosidade no ambiente das aves. No Brasil, a maioria dos sistemas de criação são em galpões abertos, necessitando de menor iluminação artificial, porém, não a descartando (Gewehr & Freitas, 2007).

### Visão das aves

A sensibilidade espectral das aves difere dos humanos, pois nas aves a resposta é relativamente mais ampla (Prescott & Wathes, 2001). As curvas de sensibilidade espectral das aves domésticas (Figura 1) foram desenhadas por Prescott & Wathes (1999). A percepção da luz pelas aves ocorre através de dois tipos de células

fotorreceptoras na retina do olho, os cones, localizados na região central da retina, e bastonetes, encontrados nas regiões periféricas. Essas células são ligadas a uma fibra nervosa e toda informação visual proveniente do meio externo é captada e transformada em estímulos elétricos que chegam ao cérebro, produzindo imagens e permitindo a percepção das cores (Jácome, 2009; Mendes et al., 2010; Silva et al., 2010).

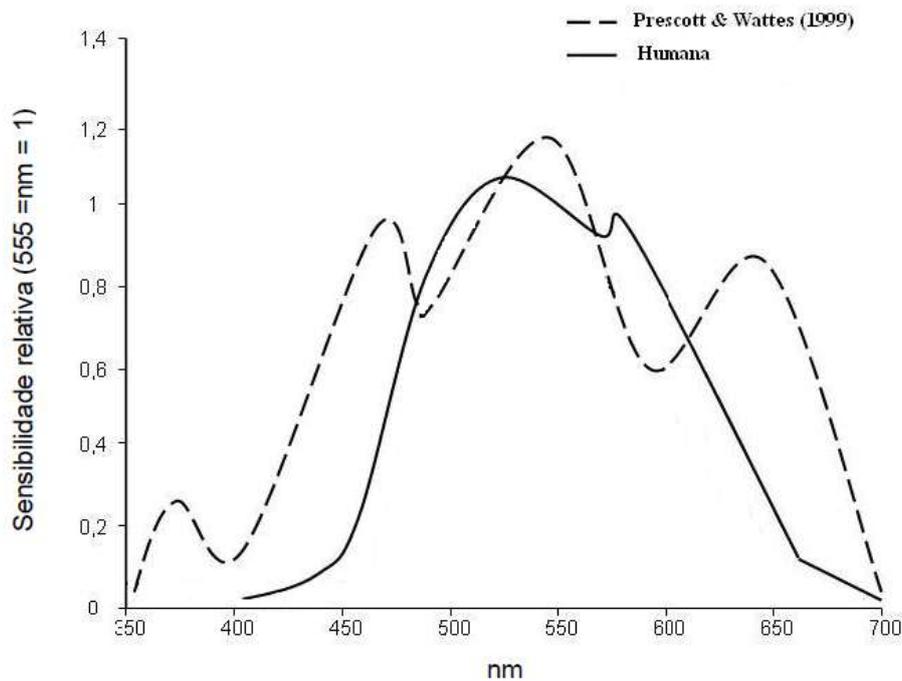


Figura 1. Espectro de sensibilidade relativa de aves e humanos (Prescott & Wathes, 1999).

O somatório de estímulos fornece baixa intensidade luminosa aos bastonetes (abaixo de 4 candela/m<sup>2</sup>), portanto, essas células são inaptas a distinguir cores. Já a intensidade luminosa que é fornecida aos cones são maiores (4 até 44 cd/m<sup>2</sup>), possibilitando a formação de imagens em alta definição e permitindo a percepção das cores (Mendes et al., 2010).

As aves têm percepção de cores e respondem fisiologicamente quando a luz é produzida por raios no final do espectro visível, como laranja e vermelho (maior poder de penetração transcraniana que as cores do início do espectro), apresentando poder

estimulante mais elevado e produzindo maior quantidade de hormônios reprodutivos (Rocha, 2008).

As partes fotossensíveis do cérebro das aves, ligadas a glândula pineal, são estimuladas pela luz que penetra nos receptores da retina, sendo assim, influenciadas pela luz do ambiente (Kawauchi et al., 2008).

### **Programas de luz para frangos de corte**

Os programas de luz são 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).

A iluminação é um fator amplamente utilizado para manipular o comportamento e produção das aves, sendo assim, o planejamento do seu programa deve obedecer a critérios de produção e legislação. Entretanto, no Brasil ainda não existe legislação sobre questões de bem-estar animal, seguindo apenas recomendações das linhagens (Silva, 2012). Algumas pesquisas realizadas observaram que fotoperíodos moderados, com algumas horas de escuro, reduziu o estresse e melhorou o desempenho e bem-estar das aves (Mendes et al., 2010).

Os programas de luz mais utilizados para frangos de corte geralmente são classificados em luz constante, intermitente e crescente. O programa de luz constante consiste no fotoperíodo de mesmo comprimento (23 horas luz:1 hora escuro; 20 horas luz: 4 horas escuro; 16 horas luz:8 horas escuro), durante todo o tempo de produção, possibilitando o acesso a comedouros de forma uniforme. O programa de luz intermitente é definido por períodos repetidos de luz e escuro dentro de 24 horas, alternando o consumo de alimento com a passagem do bolo alimentar pelo trato

digestório dos animais, reduzindo a produção de calor durante o período de escuro. No programa de luz crescente, o fotoperíodo é aumentado conforme a idade do frango, possibilitando que no período inicial o consumo de ração e o ganho de peso sejam reduzidos, evitando afetar o desenvolvimento esquelético (Gewehr et al., 2005). Com o aumento da idade dos frangos e do fotoperíodo, ocorre o ganho compensatório na fase final da criação (Kawauchi et al., 2008).

Gewehr & Freitas (2007) relatam que programas de luz intermitentes são eficientes e viáveis, reduzindo custos com energia elétrica sem afetar o desempenho produtivo das aves. Moraes et al. (2008) afirmam que o programa de luz crescente é o mais indicado para frangos de corte, obtendo melhor resposta imunológica e desempenho produtivo.

### **Intensidade luminosa**

Dentre os fatores da iluminação artificial que podem causar alterações no desempenho e comportamento das aves, a intensidade luminosa apresenta grande importância (Rierson, 2008; Calvet et al., 2009).

As definições de unidades de medida dos componentes da iluminação são descritos por Vianna & Gonçalves (2001): fluxo luminoso, que consiste na radiação total emitida em todas as direções por uma fonte luminosa que pode produzir estímulo visual, medido em lúmens (lm); intensidade luminosa, definida como percepção da potência emitida por uma fonte luminosa em dada direção, medida em candela (cd) e iluminância, que consiste na relação entre o fluxo luminoso que incide na direção perpendicular a uma superfície e a sua área, medida em lux (lx). Rierson (2008) afirma que lux (lx) é o nível de medida mais comum nas pesquisas atuais.

Em estudo com intensidade luminosa, Lien et al. (2008) verificaram que baixas intensidades de luz (1 lx) podem melhorar o desempenho de frangos de corte. Entretanto, Newberry et al. (1988) não observaram efeito da intensidade no desempenho de frangos de corte. Resultados semelhantes foram observados por Deep et al. (2010), que verificaram que a intensidade da luz não apresentou efeito nos parâmetros de produção de frangos de corte, porém no tratamento com baixa intensidade de luz (1 lx) houve aumento da incidência de lesões de pata, indicando redução de bem estar nos frangos.

### **Fontes de iluminação para aves**

A busca por fontes e tipos de iluminação é constante, pois à medida que novas técnicas para obtenção de luz vão sendo descobertas, fontes luminosas com diferentes características vão ganhando espaço no mercado. Várias fontes luminosas já foram testadas em galpões de produção de frangos de corte, porém, estudos ainda são realizados em busca de maior durabilidade e menor custo. Segundo Etches (1996), independente do tipo de lâmpada utilizada (fluorescente, incandescente, vapor de sódio), é importante saber que cada lâmpada oferece um espectro luminoso diferente (comprimento de onda e intensidade luminosa) e este fator pode causar influência sobre a produção e o comportamento das aves.

Lâmpadas incandescentes utilizadas no sistema de iluminação artificial avícola são umas das mais antigas fontes de luz, entretanto é considerada pouco eficiente, pois seu funcionamento produz muito calor e pouca luz. A utilização de lâmpadas fluorescentes compactas ocorreu em substituição à incandescente, apresentando melhor eficiência luminosa (lumens/Watt) e uma redução do custo de energia elétrica de até 70% (Pereira et al., 2012).

A recente tecnologia em iluminação artificial que vem sendo empregada gradativamente nos sistemas de produção de frangos de corte, em substituição às lâmpadas fluorescentes são as lâmpadas de diodo emissor de luz (LED). A inovação é que as lâmpadas de LED apresentam alta eficiência luminosa e elevada vida útil, destacando-se quando comparada com outras fontes de luz (Pinto, 2008).

As lâmpadas de LED não produzem calor, emitindo assim uma luz fria, semelhante à lâmpada fluorescente compacta. As principais vantagens do LED em relação à lâmpada fluorescente são: baixo custo de energia elétrica, alta eficiência luminosa, custo de manutenção reduzido devido ao longo tempo de vida útil (50.000 h), além de aspectos ecológicos, sendo considerada uma iluminação sustentável, pois não utilizam materiais considerados danosos ao meio ambiente (Marteletto, 2011).

### **LED na produção avícola**

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas com intuito de avaliar o efeito das cores de LED no sistema de iluminação artificial na avicultura. Utilizando dois tipos de iluminação (lâmpadas fluorescentes compactas e LED brancos), Paixão et al (2011) verificaram que a lâmpada de LED branca apresenta o mesmo efeito da fluorescente no desempenho produtivo de frangos de corte, tornando-se viável devido a economia de energia que apresenta.

Avaliando o efeito da luz na resposta imune de frangos de corte, Xie et al. (2008) observaram que as aves submetidas ao LED de cor verde apresentaram aumento na proliferação de linfócitos T no sangue, com 21 dias de idade. Já Kim et al. (2013) não encontraram diferenças no sistema imunológico de frangos de corte ao testar diferentes cores de LED.

Ao utilizar três cores de LED comparadas com lâmpadas incandescentes, Er et al. (2007) observaram que a cor verde apresentou melhora na qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras comerciais da linhagem Hy Line Brown. Ao testar cores de LED para frangos de corte, Chen et al. (2008) observaram que as aves submetidas a luz verde na fase inicial apresentaram melhor desempenho. Entretanto, na fase final de criação, as aves mantidas em luz azul tiveram melhor desempenho, comprovando que as cores azul e verde promovem melhor crescimento e desenvolvimento de fibras musculares.

### **Comportamento das aves**

O efeito da luminosidade no bem-estar de aves é bastante complexo, tendo em vista que envolve a análise separada dos diferentes comprimentos de onda da luz na produção, na saúde e no comportamento das mesmas (Er et al., 2007).

Os estudos sobre as condições em que as aves são criadas se tornam cada vez mais importantes para os produtores e consumidores, uma vez que as mesmas devem se encontrar em condições confortáveis para melhor desempenho produtivo. Novas leis e regulamentos foram implantados nos Estados Unidos e na Europa para melhorar o bem-estar de aves. Broom (1986) define bem-estar de um indivíduo como seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente, ou seja, uma característica de um indivíduo em um dado momento.

Com preocupações sobre bem-estar animal, é importante ressaltar a adequação dos programas de iluminação, uma vez que manejados corretamente, permitem um ritmo circadiano normal. A implantação de um programa de luz ou fotoperíodo com intensidade e comprimento de onda adequados permitem que as aves descansem algumas horas por dia, similar a ambientes naturais (Rierson, 2008).

A avaliação do bem-estar pode ser realizada por meio de características bioquímicas, fisiológicas e comportamentais de animais (Paranhos da Costa, 2008). O comportamento animal é caracterizado como um fenótipo, produto da ação de genes e do ambiente, além da interação entre ambos e suas variações (Costa, 2003; Pereira, 2010), envolvendo questões físicas e mentais com preocupações na percepção do animal a determinado tipo de manejo (Lima et al., 2004).

O comportamento é considerado uma possibilidade de o animal expressar sofrimento, frustração e dor, podendo ser projetado em níveis de bem-estar. A correta interpretação dessas respostas, aliada às tecnologias de precisão, definirá as condições comerciais de produção (Duncan & Mench, 1993; Campos, 2000). Sendo assim, o estudo do comportamento animal torna-se uma importante ferramenta para a avaliação dos sistemas de criação, além de fornecer muitas respostas a questões básicas da etologia. Dentre as ferramentas utilizadas para o estudo dos comportamentos dos animais, a análise de imagens tem-se destacado (Barbosa Filho et al., 2007).

O comportamento é um fenômeno complexo, pois ocorre tanto em indivíduos isolados como em grupos, sendo controlado através de mecanismos neurobiológicos e hormonais. O comportamento das aves em uma população se alteram desde a criação à solta, ou a criação em semi-confinamento até o confinamento total (Mench, 1992).

Os comportamentos de limpar penas, espojamento, deitar, arrepiar penas, abrir asas, prostar, correr e espreguiçar, são reflexos diretos do ambiente sobre a ave, de modo que, conhecendo melhor como esses comportamentos são afetados por esses fatores isoladamente, é possível que se obtenham níveis de bem-estar que sejam função desses fatores (Pereira et al, 2005).

A expressão de comportamentos inadequados como o aumento das reações de pânico e a diminuição exagerada da locomoção podem ser resultantes do sistema de

criação intensivo, ocasionando efeitos negativos na formação de músculos, ossos e articulações de pernas e pés (Costa, 2003).

As técnicas de observações comportamentais normalmente utilizadas englobam observação de todas as ocorrências ou *ad libitum* (todos os comportamentos), sequências (atividades contínuas), instantânea (imagem) e animal focal (um indivíduo do grupo em intervalos de tempo) (Del-Claro, 2004). Para a quantificação das informações de comportamento, utiliza-se a descrição detalhada das atividades realizadas pelas aves em fichas etográficas, por meio de observação direta (com ou sem auxílio de instrumentos) e indireta (imagens de vídeo) (Souto, 2003; Del-Claro, 2004).

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Barbosa Filho JAD, Silva IJO, Silva MAN, Silva CJM. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.1, p.93-99, 2007.
- Bona J. Estudo de diferentes tecnologias, métodos e processos para eficiência energética de sistemas de iluminação em aviários. 2010. [Dissertação de Mestrado] Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) e Instituto de Engenharia do Paraná. 2010.
- Broom DM. Indicators of poor welfare. British Veterinary Journal, London, v.142, p.524-526, 1986.
- Calvet S, Weghe HVD, Kosch R, Estelles F. The influence of the lighting program on broiler activity and dust production. Poultry Science, v.88, p.2504-511, 2009.
- Campos EJ, O comportamento das aves. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v.2, n.2, p.93-113, 2000.

- Chen Y, Cao J, Liu W, Wang Z, Xie D, Jia L. Green and blue monochromatic lights promote growth and development of broilers via stimulating 6 testosterone secretion and myofiber growth. *Journal of Applied Poultry Research*, v.17, n.2, p.211-218, 2008.
- Costa MJP. Princípio de etologia aplicados ao bem-estar das aves. In: Simpósio sobre bem-estar das aves, Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas. Anais... Campinas: FACTA, p.169-177, 2003.
- Deep A, Schwan-Lardner K, Crowe TG, Fancher BI, Classen HL. Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics and welfare. *Poultry Science*, v.89, p.2326-2333, 2010.
- Del-Claro K. Comportamento animal - uma introdução à ecologia comportamental. Jundiaí, São Paulo: Distribuidora/Editora livraria Conceito, 2004.
- Duncan IJH, Mench JA. Behaviour as an indicator of welfare in various systems. In: European Symposium on Poultry Welfare. Potter Bar. Proceedings... Potters Bar: Universities Federation for Animal Welfare, p.68-80, 1993.
- Er D, Wang Z, Cao J, Chen Y. Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.16, n.4, p.605-612, 2007.
- Etches RJ. Reproducción aviar. Zaragoza: Acribia, 1996. 339p.
- Freitas HJ, Cotta JTB, Oliveira AIG, Gewehr CE. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.2, p.424-428, 2005.
- Gabriel JEF. Eficiência energética de sistemas de iluminação em galpões de aves poedeiras através de avaliações estatísticas e econômicas. Botucatu, 2003, 91p. [Dissertação de Mestrado] Faculdade de Ciências Agrônômicas. Unesp - Câmpus de Botucatu. 2003.

- Gewehr CE, Cotta JTB, Oliveira AIG, Freitas, HJ. Efeitos de programas de iluminação na produção de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.4, p.857-865, 2005.
- Gewehr CE, Freitas HJ. Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v.6, n.1, p.54-62, 2007.
- Jácome IMTD. Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves. Campinas, 2009 [Tese de Doutorado] Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas. SP: [s.n], 2009.
- Kawauchi IM, Sakomura NK, Barbosa NAA, Aguilar CAL, Marcato SM, Bonato MA, Fernandes JBK. Efeitos de programas de luz sobre o desempenho e rendimento de carcaça, cortes comerciais e vísceras comestíveis de frangos de corte. *Ars Veterinária*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.059-065, 2008.
- Kim MJ, Parvin R, Mushtaq MMH, Hwangbo J, Kim JH, Na JC, Kim DW, Kang HK, Kim CD, Cho KO, Yang CB, Choi HC. Growth performance and hematological traits of broiler chickens reared under assorted monochromatic light sources. *Poultry Science*, v.92, p.1461–1466, 2013.
- Lien RJ, Hess JB, McKee SR, Bilgili SF. Effect of light intensity on live performance and processing characteristics of broilers. *Poultry Science*, v.87, p.853-857, 2008.
- Lima AMC, Nääs IA, Baracho MS, Miragliotta MY. Ambiência e bem-estar. In: Mendes AA, Nääs IA, Macari M. *Produção de frango de corte*. Campinas: Facta, p.37-50, 2004.
- Marteleteo DC. Avaliação do diodo emissor de luz (LED) para iluminação de interiores. Rio de Janeiro, 86p. [Monografia] Departamento de Energia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 86p. 2011.

- Mench JA. Applied ethology and poultry production. *Poultry Science*, v.71, p.631-633, 1992.
- Mendes AS, Reffati R, Restelatto R, Paixão SJ. Visão e iluminação na avicultura moderna. *Revista Brasileira de Agrociência*, n.16, v.1-4, p.05-13, 2010.
- Moraes DT, Lara LJC, Baião NC, Caçado SV, Gonzalez ML, Aguilar CAL, Lana AMQ. Efeitos dos programas de luz sobre desempenho, rendimento de carcaça e resposta imunológica em frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.1, p.201-208, 2008.
- Newberry RC, Hunt JR, Gardiner EE. Influence of light intensity on behavior and performance of broiler chickens. *Poultry Science*, v.67, p.1020-1025, 1988.
- Paixão SJ, Mendes AS, Restelatto R, Marostega J, Souza C, Possenti JC. Desempenho produtivo de frangos de corte criados com dois tipos de lâmpadas. In: *Anais: I Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos*, p.339, 2011.
- Paranhos da Costa MJR. Comportamento e bem-estar. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E. *Fisiologia aviária aplicada em frangos de corte*. Jaboticabal: Funep/Unesp, v.2, p.327-348, 2008.
- Pereira REP. Efeito do tempo de jejum pré abate sobre o bem-estar, qualidade da carne de peito e integridade intestinal em frangos de corte. Botucatu, 49f. [Dissertação de Mestrado] Unesp - Câmpus de Botucatu 2010.
- Pereira DF, Nääs IA, Romanini CEB, Salgado DD, Pereira GOT. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.2, p.308-14, 2005.

- Pereira PA, Yanagi Junior T, Silva JP, Lima RR, Campos AT, Abreu LHP. Technical evaluation of artificial lighting systems for broiler houses. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.32, n.6, p.1011-1024, 2012.
- Pinto RA, Projeto de implantação de lâmpadas para iluminação de interiores empregando diodos emissores de luz (LEDs). Santa Maria, 138p. [Dissertação de Mestrado] Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2008.
- Prescott NB, Wathes CM. Light, poultry and vision. In: 6th International Symposium in Livestock Environment, Louisville, Proceedings... ASAE. n.701, p.201, 2001.
- Prescott NB, Wathes CM. Spectral sensitivity of the domestic fowl. *British Poultry Science*, n.40, p. 332-339, 1999.
- Rierson RD. Broiler preference for light color and feed form, and the effect of light on growth and performance of broiler chicks. Manhattan Kansas, 71p. [Master of Science] Department of Animal Sciences and Industry College of Agriculture, Manhattan Kansas, 2008.
- Rocha DCC. Características comportamentais de emas em cativeiro submetidas a diferentes fotoperíodos e diferentes relações macho:fêmea. 392f. [Tese de Doutorado] Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- Silva RB. Modulação in vivo dos receptores A1 de adenosina em retinas de embrião de galinha. 2010, 113p. [Dissertação de Mestrado] Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.
- Silva RBTR. Itens normativos de bem-estar animal e a produção brasileira de frangos de corte. Campinas, 2012. [Tese de Doutorado]. Universidade Estadual de Campinas, 2012.
- Souto A. Os principais tipos e métodos de observação. *Etologia: princípios e reflexões*. Recife: Universitária – UFPE, p.47-49, 2003.

União Brasileira de Avicultura (UBABEF). Relatório Anual 2013. Acesso em 30/09/2013. Disponível em: < <http://www.ubabef.com.br/publicacoes>>. 2013.

Vianna NS, Gonçalves JC. Iluminação e Arquitetura. São Paulo: Geros, 2001.

Xie D, Wang ZX, Dong YL, Cao J, Wang JF, Chen JL, Chen YX. Effects of monochromatic light on immune response of broilers. Poultry Science, v.87, n.8, p.1535-1539, 2008.

## **CAPÍTULO II**

### **DIODO EMISSOR DE LUZ (LED) NA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL DE FRANGOS DE CORTE**

Pesquisa integralmente aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais -

CEUA/UFGD

Número de protocolo: 010/2013.

## **DIODO EMISSOR DE LUZ (LED) NA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL DE FRANGOS DE CORTE**

**RESUMO:** A utilização de lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) tem se destacado na avicultura por apresentar economia de energia e proporcionar viabilidade do processo de criação. A pesquisa foi realizada com objetivo de avaliar o desempenho e rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte expostos à diferentes cores de LED em comparação às lâmpadas fluorescentes. Em dois experimentos (E1 e E2) foram utilizadas um total de 2646 aves da linhagem Cobb®. Em E1, as aves (machos) foram expostas à iluminação artificial (20 lx) com delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (LED vermelho, amarelo, azul, branco e lâmpada fluorescente) e cinco repetições. Em E2, as aves (machos e fêmeas) foram expostas à iluminação artificial (15 lx) com delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo 2 sexos e três fontes de luz (LED vermelho e azul e lâmpada fluorescente). Avaliou-se o ganho de peso acumulado (kg), consumo de ração (kg), conversão alimentar, peso de carcaça quente (kg), rendimento de carcaça (%), peito e coxa-sobrecoxa (%). Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para desempenho e rendimento de carcaça e partes em E1. Em E2 houve diferença apenas entre os sexos ( $P\leq 0,05$ ), com machos apresentando maior ganho de peso acumulado, consumo de ração, peso de carcaça quente e rendimento de coxa-sobrecoxa. A utilização de LED nas diferentes cores apresentou o mesmo efeito das lâmpadas fluorescentes sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte.

**PALAVRAS-CHAVE:** avicultura, cores, desempenho, LED

## **LIGHT EMITTING DIODE (LED) IN ARTIFICIAL LIGHTING IN BROILER CHICKEN PRODUCTION**

**ABSTRACT:** The use of light emitting diode lamps (LED) has excelled in aviculture by offering energy savings and provide viability of the creation process. The survey was conducted in order to assess the performance and efficiency of housing and cuts of broilers exposed to different colors of LED as compared to fluorescent lamps. In two experiments (E1 and E2) were used a total of 2646 birds of Cobb® lineage. In E1, the birds (males) were exposed to artificial lighting (20 lx) with completely randomized design, with 5 treatments (red, yellow, blue, white and fluorescent) and five replicates. In E2, the birds (males and females) were exposed to artificial illumination (lx 15) with completely randomized design, in 2 x 3 factorial scheme, being 2 sexes and three light sources (LED red and blue and fluorescent lamp). Assessed the cumulative weight gain (kg), feed intake (kg), feed conversion, hot carcass weight (kg), carcass yield (%), chest and thigh-drumstick (%). There was no difference ( $P>0.05$ ) between the treatments for performance and carcass yield and parts in E1. In E2 only difference between sexes ( $P \leq 0.05$ ), with males showing higher cumulative weight gain, feed intake, weight and carcass yield of thigh-drumstick. The use of LED in different colors presented the same effect of fluorescent lamps on the performance and carcass yield of broilers

**KEYWORDS:** poultry, colors, performance, LED

### **INTRODUÇÃO**

A iluminação artificial é uma ferramenta utilizada na avicultura de corte, com a finalidade de melhorar a ingestão de ração e água, o crescimento e, conseqüentemente, a

viabilidade econômica da criação. Segundo MENDES et al. (2010), a qualidade, intensidade, fotoperíodo e cor da luz podem interferir no comportamento e desenvolvimento das aves. As partes fotossensíveis do cérebro das aves, ligadas a glândula pineal, são estimuladas através da luz que é penetrada nos receptores da retina, sendo assim, influenciadas pela luz do ambiente (DAVIS & SIOPEL, 1996; JIN et al., 2010).

Os programas de luz para avicultura são 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 (FREITAS et al., 2005). Um dos maiores desafios que o produtor de frangos de corte encontra está relacionado ao consumo de energia elétrica dos aviários, que incrementa substancialmente o seu custo de produção. Portanto, é importante conhecer aspectos relacionados à racionalização da energia e utilização de métodos mais eficientes (YANAGI JUNIOR et al., 2011). Desta forma, o programa de luz ideal será aquele que proporcione o máximo de produção e reduza o gasto com energia elétrica.

Uma das mais antigas fontes de luz utilizada no sistema de iluminação artificial é a lâmpada incandescente, considerada pouco eficiente, pois seu funcionamento produz calor e pouca iluminância. A utilização de lâmpadas fluorescentes compactas ocorreu em substituição às lâmpadas incandescentes, apresentando melhor eficiência luminosa e uma redução do custo de energia elétrica em até 70% (LIU et al., 2010; PEREIRA et al., 2012).

Atualmente, o uso de LED na produção de frangos de corte, tem demonstrado alta eficiência luminosa, menor consumo de energia e maior vida útil, quando comparado com as lâmpadas incandescentes e fluorescentes (CAO et al., 2012). Além disso, o uso de LED no sistema de iluminação artificial na avicultura e seus efeitos fisiológicos e

produtivos apresentam resultados controversos, que são descritos na literatura atual (MENDES et al., 2013; ZHANG et al., 2012; KE et al., 2011; XIE et al., 2009).

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a diferentes cores de LED em comparação ao sistema de iluminação artificial com lâmpadas fluorescentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em dois experimentos (E1 e E2) na cidade de Dourados-MS, no aviário experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, aprovado pelo Comitê de Ética – CEUA (010/2013). A classificação climática da região segundo Köppen é o Cwa (Clima mesotérmico úmido com verão quente e inverno seco), latitude 22°13'18" S, longitude 54°48'23" O e altitude 430 metros.

O aviário utilizado possuía dimensões de 50x10m, com altura de pé direito de 2,8 m, com telhado em fibrocimento, forrado e com cortinas de polipropileno, dividido em 56 boxes com área de 4,5 m<sup>2</sup> cada, equipado com bebedouros pendulares, comedouros tubulares, sistema de pressão negativa com placas evaporativas (*Pad Cooling*) e controle automatizado de temperatura e umidade (Figura 1).



Figura 1. Vista externa e interna do aviário experimental de frangos de corte.

### **Experimento 1 (E1):**

O primeiro experimento (E1) foi realizado no mês de março de 2012, utilizando 1350 pintos machos da linhagem Cobb® 500, distribuídos em 25 boxes com densidade de 12 aves/m<sup>2</sup> e criados de acordo com o manual da linhagem (COBB-VANTRESS, 2009). O aquecimento inicial foi realizado com lâmpadas de infravermelho, sendo assim, a exposição à iluminação com lâmpadas de LED e fluorescente compacta (Tabela 1) deu-se a partir do décimo dia de idade, seguindo recomendação da linhagem de 20 lx. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos: Tratamento 1 (LED amarelo), Tratamento 2 (LED vermelho), Tratamento 3 (LED azul), Tratamento 4 (LED branco) e Tratamento 5 (fluorescente compacta - controle), com cinco repetições e 54 aves por unidade experimental (Figura 2).

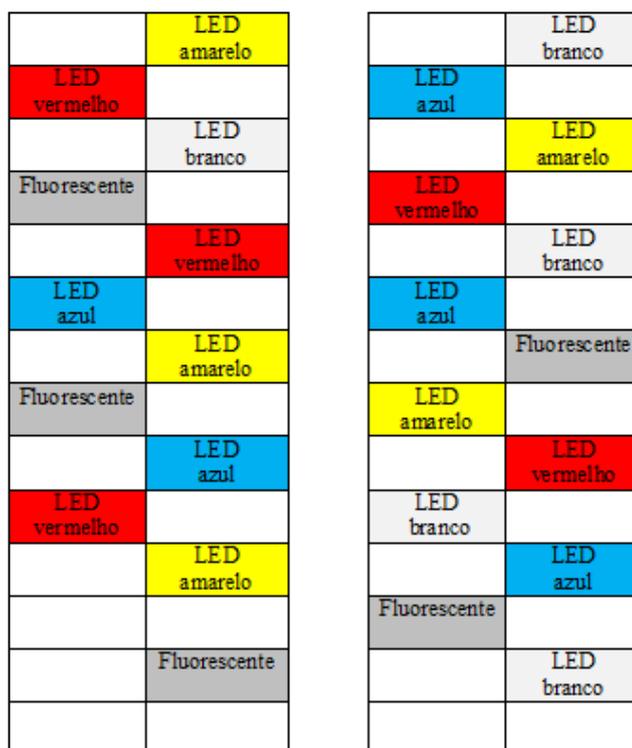


Figura 2. Esquema de posicionamento dos tratamentos nos boxes dentro do aviário experimental de frangos de corte durante o experimento 1 (E1).

**Experimento 2 (E2):**

O segundo experimento (E2) foi realizado em junho de 2012, utilizando 1296 pintos machos e fêmeas da linhagem Cobb® 500, distribuídos em 24 boxes, com a mesma densidade de E1, em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3x2 (três lâmpadas e dois sexos), totalizando seis tratamentos: Tratamento 1 (LED vermelho - macho), Tratamento 2 (LED vermelho - fêmea), Tratamento 3 (LED azul - macho), Tratamento 4 (LED azul - fêmea), Tratamento 5 (fluorescente compacta - macho), Tratamento 6 (fluorescente compacta - fêmea), com quatro repetições e 54 aves por unidade experimental (Figura 3).

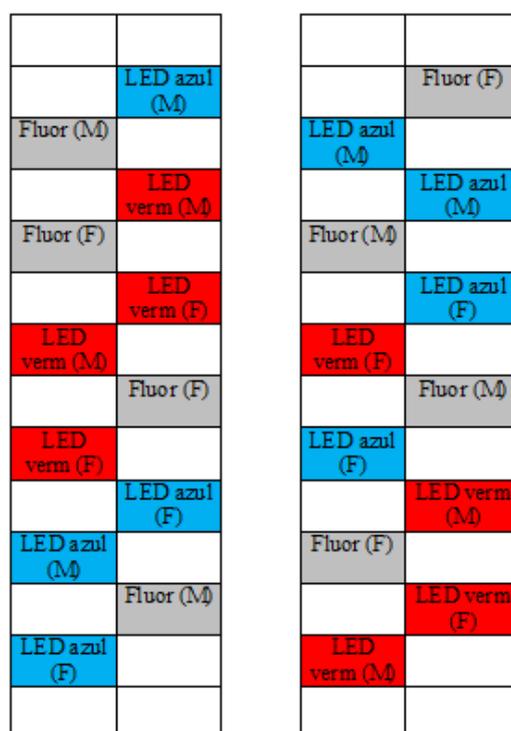


Figura 3. Esquema de posicionamento dos tratamentos nos boxes dentro do aviário experimental de frangos de corte durante o experimento 2 (E2). (M – macho; F – fêmea).

As lâmpadas utilizadas foram LED vermelho, LED azul que são cores limites do espectro visível e fluorescente (Tabela 1), com intensidade luminosa de 15 lx. O manejo das aves foi semelhante ao primeiro experimento.

Tabela 1. Especificações das lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) e fluorescente compacta (CFL): tensão, potência, ângulo de luminosidade, temperatura de cor, intensidade de luz, dimensões e informações dos fabricantes.

Fonte luminosa <sup>1</sup>	Especificações
LED amarelo	220 V, 1 W, base E27, ângulo de luminosidade 38 graus, 50 mm de diâmetro, 72 mm de comprimento.
LED vermelho	220 V, 1 W, base E27, ângulo de luminosidade 38 graus, 50 mm de diâmetro, 72 mm de comprimento.
LED azul	220 V, 1 W, base E27, ângulo de luminosidade 38 graus, 50 mm de diâmetro, 72 mm de comprimento.
LED branco	220 V, 2,2 W, base E27, ângulo de luminosidade 30 graus, temperatura de cor 6400 K, intensidade luminosa 220 cd, eficiência luminosa 60 lm/W, 62 mm de diâmetro, 81 mm de comprimento.
CFL	220 V, 7 W (equivalente a uma lâmpada incandescente de 30 W normal), base E27, temperatura de cor 6500 K, intensidade luminosa 345 lm, 35 mm de diâmetro, 114 mm de comprimento.

<sup>1</sup>LED vermelho e azul (Empalux, Curitiba, Paraná, Brasil; <http://www.empalux.com.br>); CFL (Avant, Guarulhos, São Paulo, Brasil; <http://www.avantsp.com.br>).

Em ambos os experimentos (E1 e E2) os boxes foram isolados com lona plástica preta, de forma que a iluminação de cada tratamento não interferisse nos demais. O substrato utilizado na cama foi constituído de casca de arroz. O programa de luz

utilizado foi de iluminação contínua, com 23 horas de luz. A temperatura e umidade do ambiente foram aferidas diariamente no painel de controle do aviário.

A dieta balanceada (ROSTAGNO et al., 2011) foi fornecida a vontade, em quatro fases de produção (pré-inicial, inicial, crescimento e final). As avaliações de desempenho foram realizadas semanalmente, utilizando balança com precisão de 0,01 g, com amostra de 20% das aves por repetição, selecionadas aleatoriamente. Foram registrados o peso das aves (kg), a ração fornecida (kg) e a sobra de ração (kg). Ao final do período experimental (42 dias) obtiveram-se os valores para ganho de peso acumulado (kg), consumo de ração (kg) e conversão alimentar de todo o período de criação.

Foram transportadas 150 aves do E1 (30 por tratamento) e 144 aves do E2 (24 por tratamento) para o Laboratório de Tecnologia de Carnes da FCA/UFMG, insensibilizadas e abatidas conforme metodologia descrita por SARCINELLI et al. (2007). Após o abate foram obtidos o rendimento de carcaça (%), peito (%) e coxa-sobrecoxa (%), com referência no peso vivo (kg) e peso de carcaça quente (kg).

Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa estatístico ASSISTAT (SILVA, 2012) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores de temperatura e umidade obtidos em ambos os experimentos estiveram dentro da faixa de conforto térmico das aves (Tabela 2).

Tabela 2. Valores ideais de temperatura e umidade relativa do ar em função da idade das aves (ABREU & ABREU, 2001).

Idade (semanas)	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
1	32-35	60-70
2	29-32	60-70
3	26-29	60-70
4	23-26	60-70
5	20-23	60-70
6	20	60-70

***Experimento 1 (E1):***

Não houve diferença entre os tratamentos para ganho de peso acumulado, consumo de ração e conversão alimentar em E1 (Tabela 3).

Tabela 3. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte submetidos a diferentes cores de LED na iluminação artificial em comparação a lâmpada fluorescente no período de 1 a 42 dias de idade.

Tratamento	Variáveis		
	GP (kg)	CR (kg)	CA (kg)
LED amarelo	3,104	4,648	1,49
LED vermelho	3,030	4,592	1,51
LED azul	3,054	4,727	1,54
LED branco	3,053	4,789	1,57
Fluorescente	3,041	4,715	1,55
<b>CV(%)</b>	4,14	3,34	4,60

Resultados semelhantes foram encontrados por PAIXÃO et al. (2011), que avaliando dois tipos de lâmpada (LED branco e fluorescente) não observaram diferença no desempenho de frangos de corte. No entanto, CAO et al. (2008), avaliando quatro cores de LED (branco, vermelho, azul e verde) encontraram resultados diferentes, verificando que as aves mantidas em luz azul apresentaram maior peso corporal dos 21 aos 48 dias. ROZEMBOIM et al. (1999) também encontraram maior peso corporal em frangos de corte submetidos a luz azul e verde aos 34 dias de idade, porém não encontraram diferença na conversão alimentar durante todo período de criação.

Os resultados deste trabalho discordam (Figura 4) de MENDES et al. (2010) que sugerem que o ganho de peso e eficiência alimentar são melhores em aves expostas a comprimentos de ondas curtos (cores do espectro próximas ao azul).

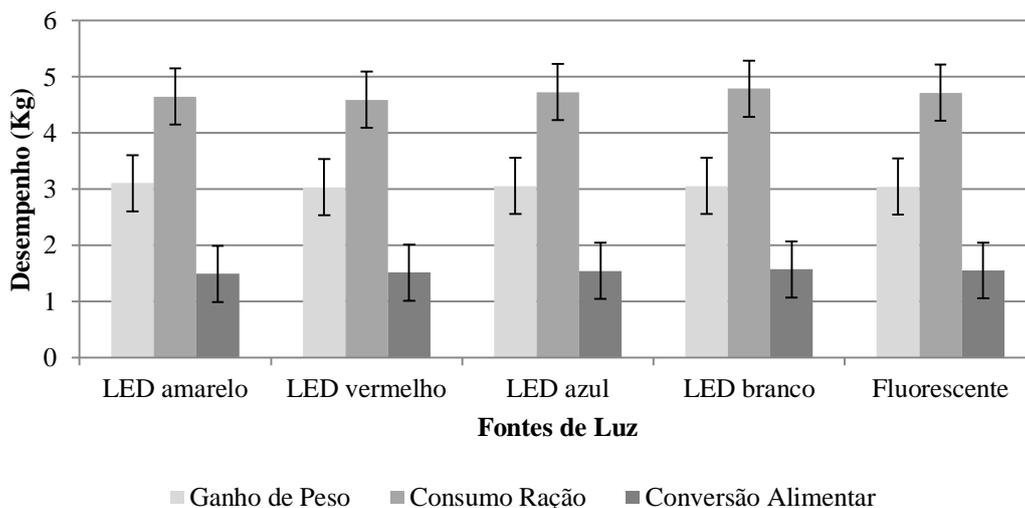


Figura 4. Desempenho produtivo (kg) de frangos de corte aos 42 dias de idade sob iluminação artificial com diferentes cores de LED em comparação à lâmpada fluorescente (E1).

Não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) nos valores de peso de carcaça quente (kg), rendimento de carcaça (%) e partes (%) entre os tratamentos no experimento E1 (Tabela 4). As médias de peso de carcaça quente foram: 2,305 kg no tratamento com LED

amarelo; 2,298 kg (LED vermelho); 2,242 kg (LED azul); 2,262 kg (LED branco) e 2,308 kg (fluorescente compacta).

Tabela 4. Rendimento de carcaça (%) e cortes nobres (%) de frangos de corte submetidos a diferentes cores de LED na iluminação artificial em comparação a lâmpada fluorescente.

<b>Tratamento</b>	<b>Variáveis</b>		
	<b>Carcaça (%)</b>	<b>Peito (%)</b>	<b>Coxa-sobrecoxa (%)</b>
LED amarelo	82,63	41,56	30,20
LED vermelho	83,49	41,35	29,83
LED azul	82,81	41,72	29,75
LED branco	82,93	41,54	29,47
Fluorescente	82,37	41,62	29,50
<b>CV(%)</b>	2,71	5,58	5,62

Esses resultados divergem daqueles obtidos por CAO et al. (2008), que encontraram maior rendimento de carcaça, peito e coxa em frangos de corte submetidos a iluminação artificial com LED azul. Os resultados do presente trabalho (Figura 5) podem estar relacionados ao programa de luz utilizado, concordando com LIBONI et al. (2013), que não encontraram diferenças no rendimento de carcaça e coxa de frangos de corte ao utilizar iluminação artificial contínua.

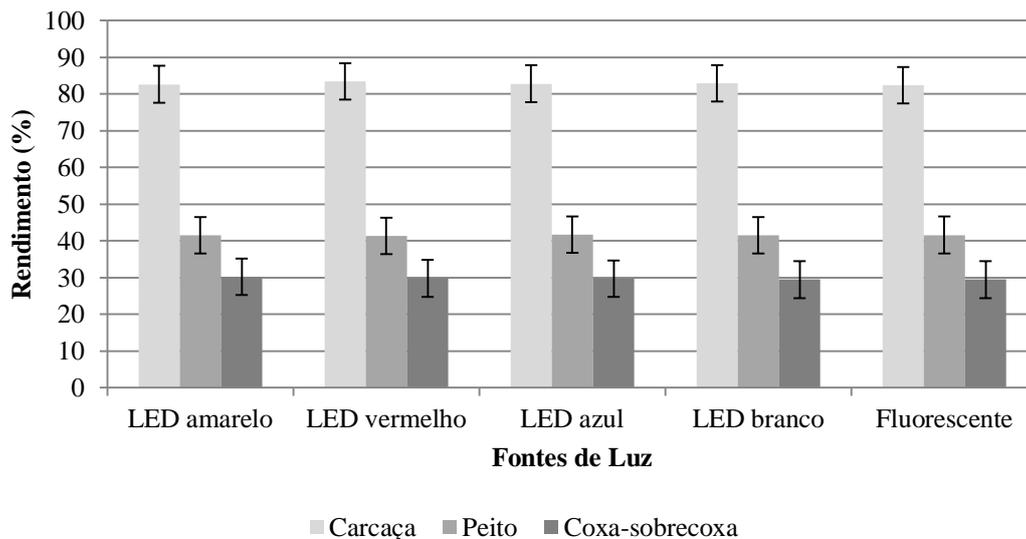


Figura 5. Rendimento de carcaça e cortes nobres (%) de frangos de corte expostos à iluminação artificial com diferentes cores de LED em comparação à lâmpada fluorescente (E1).

Ao avaliar o efeito de diferentes cores na iluminação artificial para frangos de corte, LIU et al. (2010) verificaram que as aves submetidas à luz verde apresentaram maior peso de músculo de peito, quando comparadas a luz azul, vermelha e branca. A divergência dos resultados deste trabalho com resultados encontrados na literatura pode estar relacionada à linhagem e as condições ambientais.

### ***Experimento 2 (E2):***

Em E2 não houve interação entre o sexo e os tipos de lâmpadas ( $P > 0,05$ ), havendo diferença ( $P < 0,05$ ) apenas entre os sexos (Tabela 5), sendo que os machos apresentaram maior ganho de peso acumulado e maior consumo de ração (GONZALES & SARTORI, 2002).

Tabela 5. Ganho de peso acumulado (GPA), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a duas cores de LED na iluminação artificial em comparação a lâmpada fluorescente (E2).

Tratamento	Variáveis		
	GPA (kg)	CR (kg)	CA
Macho	3,117 a	4,837 a	1,55
Fêmea	2,699 b	4,344 b	1,61
LED vermelho	2,976	4,704	1,58
LED azul	2,870	4,543	1,59
Fluorescente	2,878	4,526	1,57
<b>CV(%)</b>	5,10	4,56	4,95

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $P < 0,05$ ).

A conversão alimentar não diferiu entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), contestando os resultados apresentados por PAIXÃO et al. (2011), em que os machos apresentaram melhor conversão alimentar.

Os índices de rendimento de carcaça e partes em E2 (Tabela 6) foram influenciados apenas pelo sexo ( $P \leq 0,05$ ). Os machos apresentaram maior rendimento de coxa-sobrecoxa (29,36%), quando comparados às fêmeas (28,36%). Vários autores indicam que o sexo das aves é um dos fatores que interferem no rendimento de carcaça, pois os machos apresentam maior número de fibras musculares que as fêmeas, resultando em maior rendimento de coxa-sobrecoxa (GONZALES & SARTORI, 2002; MADEIRA et al., 2006; FARIA et al., 2010).

Tabela 6. Rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte submetidos a duas cores de LED na iluminação artificial em comparação à lâmpada fluorescente (E2).

Tratamento	Variáveis			
	PCQ (kg)	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa-sobrecoxa (%)
Macho	2,250 a	72,35	42,92	29,36 a
Fêmea	1,929 b	71,84	43,29	28,36 b
LED vermelho	2,076	72,27	42,75	28,92
LED azul	2,081	71,91	43,25	28,90
Fluorescente	2,110	72,10	43,32	28,77
<b>CV(%)</b>	8,21	2,46	9,11	6,11

PCQ (Peso de carcaça quente). Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $P < 0,05$ ).

Conforme verificaram CAO et al. (2012), as combinações de luzes monocromáticas (verde e azul) de diodo emissor de luz em comparação a utilização de apenas um tipo de luz, podem aumentar o peso corporal, diminuir a conversão alimentar, aumentar o peso de carcaça, peito e coxa de frangos de corte, melhorando assim o crescimento e desempenho produtivo, diferindo dos resultados encontrados no presente trabalho.

A diferença no valor de aquisição da lâmpada de LED em comparação a fluorescente é aproximadamente US\$0,75/m<sup>2</sup>, porém o consumo de energia é reduzido em 70% e o tempo de vida útil do LED é muito maior, justificando a substituição das lâmpadas.

## CONCLUSÕES

A iluminação com LED nas diferentes cores em comparação a lâmpada fluorescente não influenciou os parâmetros de desempenho (ganho de peso, consumo de

ração e conversão alimentar) e rendimento de carcaça e cortes (peito e coxa-sobrecoxa) de frangos de corte. Considerando que o uso eficiente de energia é fundamental para a sustentabilidade, a iluminação com LED é indicada para a produção avícola.

## REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Diagnóstico bioclimático para a produção de aves no Oeste paranaense. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: UNIOESTE/SBEA, 2001.

CAO, J.; LIU, W.; WANG, Z.; XIE, D.; JIA, L.; CHEN, Y. Green and Blue Monochromatic Lights Promote Growth and Development of Broilers Via Stimulating Testosterone Secretion and Myofiber Growth. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.17, n.2, p.211-218, 2008.

CAO, J.; WANG, Z.; DONG, Y.; ZHANG, Z.; LI, J.; LI, F.; CHEN, Y. Effect of combinations of monochromatic lights on growth and productive performance of broilers. *Poultry Science*, v.91, n.12, p.3013-3018, 2012.

COBB-VANTRESS. Manual de Manejo de Frangos de Corte COBB. Cobb-Vantress Brasil – Guapiaçu, SP. 65p. Abril de 2009.

DAVIS, J., SIOPEL, T. Let there be light and dark. *Broiler Industry* June, p.10, 1996.

FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C.; SOUZA, X.R.; ROSSATO, L.V.; BOTEGA, L.M.G.; GAMA, L.T. Carcass and parts yield of broilers reared under a semi-extensive system. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.12, n.3, p. 153-159, 2010.

FREITAS, H.J. de; COTTA, J.T.B.; OLIVEIRA, A.I.G.; GEWHER, C.E. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.2, p. 424-428, 2005.

GONZALES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 2ª Ed. 375p.

JIN, E.; JIA, F.; WANG, Z.; CHEN, Y. Effect of monochromatic light on transcription of opsin gene in the retinas and pineal glands of broiler. *Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences*, v.10, 2010.

KE, Y.Y.; LIU, W.J.; WANG, Z.X.; CHEN, Y.X. Effects of monochromatic light on quality properties and antioxidation of meat in broilers. *Poultry Science*, v.90, n.11, p.2632-2637, 2011.

LIBONI, B. S.; YOSHIDA, S. H.; PACHECO, A. M.; MONTANHA, F. P.; SOUZA, L. F. A.; ASTOLPHI, J. L.; ASTOLPHI, M. Z. Diferentes programas de luz na criação de frangos de corte. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*. Ano XI, n.20, 2013.

LIU, W.; WANG, Z.; CHEN, Y. Effects of monochromatic light on developmental changes in satellite cell population of pectoral muscle in broilers during early posthatch period. *Anatomical Record (Hoboken)*. v.293, n.8, p.1315-24, 2010.

MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; SALDANHA, E.S.P.B.; PIZZOLANTE, C.C.; SILVA, M.D.P.; MENDES, A.A.; TAKAHASHI, S.E.; SOLARTE, W.V.N. Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de corte de diferentes linhagens criados em sistemas de confinamento e semiconfinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2322-2332, 2006.

MENDES, A.S.; PAIXÃO, S.J.; RESELATTO, R.; MORELLO, G.M.; MOURA, D.J.; POSSENTI, J.C. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.22, 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.05-13, 2010.

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: *Anais: I Simpósio de Ciências Florestais e Biológicas, V Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária, I 7 Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR*, p. 339, 2011.

PEREIRA, P. A.; YANAGI JUNIOR, T.; SILVA, J.P.; LIMA, R.R.; CAMPOS, A.T.; ABREU, L.H.P. Technical evaluation of artificial lighting systems for broiler houses. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.32, n.6, 2012.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 252p, 2011.

ROZEMBOIM, I.; BIRAN, I.; UNI, Z.; ROBINZON, B.; HALEVY, O. The Effect of Monochromatic Light on Broiler Growth and Development. *Poultry Science*, v.78, p.135–138, 1999.

SARCINELLI, M.F.; VENTURINI, K.S.; SILVA, L.C. Abate de aves. Universidade Federal do Espírito Santo, Pró-Reitoria de extensão: Programa institucional de extensão. Boletim técnico, 2007.

SILVA, F. A. S. Assistência Estatística – ASSISTAT (7.6 beta). Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande – PB, 2012.

XIE, D.; CHEN, Y.; WANG, Z.; DONG, Y. Effects of monochromatic light on structure of small intestinal mucosa in broilers. *Scientia Agricultura Sinica*, v.42, n.3, p.1084-1090, 2009.

YANAGI JUNIOR, T.; AMARAL, A. G.; TEIXEIRA, V. H.; LIMA, R. R. Caracterização espacial do ambiente termoacústico e de iluminância em galpão comercial para criação de frangos de corte. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.31, n.1, p.1-12, 2011.

ZHANG, L.; ZHANG, H.J.; QIAO, X.; YUE, H.Y.; WU, S.G.; YAO, J.H.; QI, G.H. Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on muscular growth, chemical composition, and meat quality of breast muscle in male broilers. *Poultry Science*, v.91, n.4, p.1026-1031, 2012.

**CAPÍTULO III**  
**COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE EXPOSTOS À**  
**ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED**

Pesquisa integralmente aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais -

CEUA/UFMG

Número de protocolo: 010/2013.

## COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE EXPOSTOS A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED

**RESUMO:** Os efeitos da iluminação são conhecidos nos parâmetros produtivos de frangos de corte. Porém, ainda são escassas as informações sobre os seus efeitos no comportamento das aves, pois sendo animais sensíveis ao fotoperíodo, esta característica pode influenciar o crescimento e comportamento das mesmas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de frangos de corte expostos a diferentes cores de LED na iluminação artificial. O estudo foi realizado no aviário experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, utilizando um total de 1296 frangos de corte machos e fêmeas, criados durante 42 dias. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2x3) (dois sexos x três cores), totalizando seis tratamentos com quatro repetições de 54 aves por unidade experimental. Aos 28, 35 e 42 dias o comportamento dos frangos de corte foi analisado por meio de imagens de vídeo obtidas através do registro de quatro vídeos de cinco minutos, representando cada repetição no tratamento. Os comportamentos foram observados, registrados e analisados por meio de análise de variância e comparados pelo teste de Kruskal Wallis. As fontes de luz não influenciaram ( $P>0,05$ ) os comportamentos de sentar, bicagem não-agressiva, bicagem agressiva, bicagem de objeto, parada e movimento de desconforto. Houve interação ( $P<0,05$ ) entre a idade das aves, sexo e fonte de luz para os comportamentos comendo, bebendo, explorando penas e ciscando. Em conclusão, as aves expostas à iluminação artificial com LED vermelho e fluorescente compacta mostraram-se mais ativas (comendo, bebendo, explorando penas e ciscando) em relação às aves expostas ao LED azul.

**PALAVRAS-CHAVE:** avicultura, bem-estar, diodo emissor de luz, visão.

## **BROILERS BEHAVIOR EXPOSED TO ARTIFICIAL LIGHTING LED**

**ABSTRACT:** The lighting effects in broiler chickens production parameters are known; however, information on light effect in broilers behavior still lacks in current literature. The photoperiod length and the type of light may influence both growth and behavioral characteristics of reared birds. The aim of this study was to evaluate the behavior of broiler chickens exposed to different LED colors on artificial lighting. The study was carried out in experimental aviary at the Federal University of Grande Dourados, using a total of 1296 males and females broilers, reared until 42 days old. The birds were distributed in a completely randomized factorial design (2x3) (two sexes x three colors), totaling six treatments with four replicates of 54 birds per experimental unit. The behavior of the birds was analyzed at 28, 35 and 42 days old using images from video footage. The recording of the four videos lasted five minutes for each treatment and repetition. The broiler behaviors were observed recorded and analyzed by analysis of variance and compared using Kruskal Wallis test. The light source did not influence ( $p > 0.05$ ) the behaviors of sitting, non-aggressive pecking, aggressive pecking, pecking object, stationary and lame. There was an interaction ( $p < 0.05$ ) between birds` age, sex and light source for eating, drinking, exploring and feather pecking behaviors. Results from the study showed that birds exposed to red LED light and compact fluorescent lamp were more active (eating, drinking, exploring and feather pecking) than the broilers exposed to blue LED.

**KEY-WORDS:** poultry, light emission diode, vision.

## INTRODUÇÃO

A luminosidade é um fator indispensável na avicultura moderna. Na produção de frangos de corte, a iluminação artificial atua com o objetivo de melhorar adaptação das aves ao meio e estimular o consumo de água e alimento durante o período de criação (Gabriel, 2003).

Os efeitos da iluminação são bastante conhecidos nos parâmetros produtivos, porém ainda são escassas as informações sobre os efeitos desse fator no comportamento das aves (Liu *et al.*, 2010; Cao *et al.*, 2012; Borille *et al.*, 2013; Mendes *et al.*, 2013). A luminosidade do ambiente (intensidade, fotoperíodo, comprimento de onda, fontes de luz) pode afetar o comportamento, fisiologia e bem-estar das aves (Mendes *et al.*, 2010; Vercellino, 2012). As aves são animais sensíveis ao fotoperíodo, e este pode influenciar o crescimento e comportamento das mesmas. Sendo assim, a alteração de iluminância em determinados comprimentos de onda (cores de luz) também pode afetar o comportamento de frangos (Prayitno *et al.*, 1997; Rutz & Bermudez, 2004).

A análise do comportamento torna-se uma importante ferramenta dentro da produção animal, uma vez que, para aperfeiçoar os métodos de criação desenvolvem-se técnicas de manejo, alimentação e instalação baseadas no comportamento (Costa, 2003). De acordo com Vercellino (2012) o comportamento das aves é um dos principais meios no qual elas expressam suas condições físicas e mentais. Portanto, numa situação de conforto elas conseguem expressar comportamentos considerados normais no ambiente em que estão inseridas, ao contrário da situação de estresse, onde podem apresentar desvios de comportamento.

O comprimento de onda da luz influencia a atividade dos frangos, sendo esta maior em luz vermelha e menor em luz azul (Prayitno *et al.*, 1997; Rierson, 2008; Mendes *et al.*, 2010). Comparando luz verde, vermelha e branca, Huber-Eicher *et*

al.(2013) observaram menor efeito da luz verde sobre o comportamento exploratório de galinhas poedeiras. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de frangos de corte expostos a diferentes cores de LED na iluminação artificial em comparação à luz fluorescente.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na cidade de Dourados-MS, no aviário experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, aprovado pelo Comitê de Ética – CEUA (010/2013). A classificação climática da região segundo Köppen é o Cwa (Clima mesotérmico úmido com verão quente e inverno seco), latitude 22°13'18" S, longitude 54°48'23" O e altitude 430 metros.

O aviário possui dimensões de 50x10 m, com altura de pé direito de 2,8 m, telhado em fibrocimento, forrado com cortinas de polipropileno, equipado com sistema de pressão negativa com placas evaporativas e controle automatizado de temperatura e umidade (Figura 1).



Figura 1. Vista externa e interna do aviário experimental de frangos de corte.

Um total de 1296 aves (machos e fêmeas) da linhagem Cobb<sup>®</sup> 500 foram utilizadas, alojadas em boxes de 4,5m<sup>2</sup>, com densidade de 12 aves/m<sup>2</sup>, seguindo recomendações da linhagem. O substrato utilizado na cama foi constituído de casca de

arroz. Os frangos foram criados durante 42 dias, com fornecimento de água e ração *ad libitum*, sendo a ração comercial balanceada em quatro fases de produção (pré-inicial, inicial, crescimento e final) de forma a atender as exigências nutricionais das aves, seguindo recomendações de Rostagno et al. (2011).

Os boxes foram isolados com lona plástica preta, para que não houvesse interferência de iluminação em cada tratamento. O aquecimento inicial foi realizado com lâmpadas de infravermelho e somente após o décimo dia iniciou-se a exposição à iluminação com lâmpadas de LED e fluorescente compacta (CFL) (Tabela 1). O programa de luz utilizado foi o contínuo, com 23 horas de luz e 1 hora de escuro. A temperatura e umidade do ambiente foram aferidas diariamente no painel de controle do aviário.

Tabela 1. Especificações das lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) e fluorescente compacta (CFL): tensão, potência, ângulo de luminosidade, temperatura de cor, intensidade de luz, dimensões e informações dos fabricantes.

Fonte luminosa <sup>1</sup>	Especificações
LED vermelho	220 V, 1 W, base E27, ângulo de luminosidade 38 graus, 50 mm de diâmetro, 72 mm de comprimento.
LED azul	220 V, 1 W, base E27, ângulo de luminosidade 38 graus, 50 mm de diâmetro, 72 mm de comprimento.
CFL	220 V, 7 W (equivalente a uma lâmpada incandescente de 30 W normal), base E27, temperatura de cor 6500 K, intensidade luminosa 345 lm, 35 mm de diâmetro, 114 mm de comprimento.

<sup>1</sup>LED vermelho e azul (Empalux, Curitiba, Paraná, Brasil; <http://www.empalux.com.br>); CFL (Avant, Guarulhos, São Paulo, Brasil; <http://www.avantsp.com.br>).



(Tabela 2) foram observados e registrados conforme metodologia descrita por Souto (2003). Foram realizadas pesagens semanais das aves e sobra de ração, para obtenção de dados de desempenho. Os dados comportamentais foram analisados por meio de análise de variância e comparados pelo teste de Kruskal Wallis, com 95% de significância, pelo software R (2013).

Tabela 2. Etograma descritivo dos comportamentos observados de frangos de corte (Adaptado de Nazareno, 2008).

Comportamento		Descrição
Sentada	SE	Quando o corpo da ave está em contato com o solo, piso ou cama.
Comendo	CO	Consumindo ou bicando alimento do comedouro.
Bebendo	BE	Consumindo água do bebedouro.
Explorando penas	EP	Explorando o empenamento com o bico, tanto para manutenção, quanto para investigação.
Bicagem não agressiva	BN	Bicando levemente outras aves, de forma não agressiva.
Bicagem agressiva	BA	Bicagem forte de outra ave provocando reação agressiva ou defensiva.
Bicagem de objetos	BO	Bicagem direcionada a objetos ou partes do box, com exceção ao comedouro e bebedouro.
Movimento de conforto	MC	Movimentos de esticar asas e pernas do mesmo lado do corpo simultaneamente, sacudir e ruflar as penas, bater asas.
Ciscando	CI	Movimento de arrastar a cama para trás com as patas e “mexer” a cama com o bico.
Parada	PA	Quando a ave não apresenta nenhum movimento, ou não se enquadra nos comportamentos anteriores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura e umidade obtidos durante o experimento estiveram dentro da faixa de conforto térmico das aves (Tabela 3). Em relação ao desempenho zootécnico, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as cores de LED e lâmpada fluorescente.

Tabela 3. Valores ideais de temperatura e umidade relativa do ar em função da idade das aves (ABREU & ABREU, 2001).

Idade (semanas)	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
1	32-35	60-70
2	29-32	60-70
3	26-29	60-70
4	23-26	60-70
5	20-23	60-70
6	20	60-70

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre idade, sexo e fonte de luz para os comportamentos de sentar, bicagem não agressiva, bicagem agressiva, bicagem de objeto, parada e movimento de desconforto (Tabela 4). Os machos passaram mais tempo sentados ( $P<0,05$ ), resultado que pode estar relacionados ao maior peso corporal de machos do que fêmeas (Gonzales & Sartori, 2002) e conseqüentemente podem permanecer mais tempo sentados, visando o descanso.

Tabela 4. Valores médios da frequência comportamental de frangos de corte expostos a diferentes cores de LED em comparação à lâmpada fluorescente.

	<b>Comportamentos</b>					
	<b>SE</b>	<b>BN</b>	<b>BA</b>	<b>BO</b>	<b>PA</b>	<b>MC</b>
<b>Sexo</b>						
Macho	2,03a	0,10	0,01	0,03b	0,61	0,85
Fêmea	1,70b	0,04	0,03	0,12a	0,55	0,80
<b>Idade (dias)</b>						
28	1,46b	0,14a	0,06	0,13	0,47	0,65b
35	2,33a	0,03b	0,00	0,03	0,57	1,11a
42	1,81b	0,04ab	0,00	0,07	0,71	0,71ab
<b>Fonte de Luz</b>						
LED Azul	1,71	0,13	0,03	0,03	0,42	0,76
LED Vermelho	1,85	0,06	0,01	0,06	0,74	0,71
Fluorescente (CFL)	2,04	0,03	0,01	0,14	0,60	1,00

SE (sentada), BN (Bicagem não agressiva), BA (bicagem agressiva), BO (Bicagem de objeto), PA (parada) e MC (movimento de conforto). Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis, com 95% de significância.

Nesse estudo verificou-se que aos 28 dias as aves apresentam maior frequência de comportamento de bicagem não agressiva. Paranhos da Costa (2008) descrevem que nas aves as bicadas agressivas começam a partir da segunda semana de idade, e que são mais frequentes a partir da sétima semana em machos e nona semana em fêmeas. Entretanto, nas condições atuais de produção de frangos de corte, as aves são abatidas em torno da sexta ou sétima semana, não havendo tempo suficiente para a formação da hierarquia de dominância. Resultados diferentes deste estudo foram obtidos por Son &

Ravindran (2009), que observaram maior frequência de comportamento de bicagem em aves expostas a luz vermelha.

As fontes de luz não influenciaram ( $P>0,05$ ) os comportamentos sentar, bicagem não agressiva, bicagem agressiva, bicagem de objeto, parada e movimento de desconforto (Tabela 4). Possivelmente a alteração desses comportamentos estaria relacionada à intensidade luminosa e não ao comprimento de onda (cores de luz). Farias *et al.* (2008) compararam o efeito da luminosidade através do manejo de cortina e verificaram que os frangos de corte permaneceram maior tempo deitados quando expostos a menor luminosidade. Vários autores avaliaram intensidade luminosa e verificaram que baixa intensidade diminui as atividades das aves (Kristensen *et al.*, 2006; Blatchford *et al.*, 2009; Blatchford *et al.*, 2012).

Houve dupla interação ( $P<0,05$ ) entre a idade das aves e fonte de luz com relação aos comportamentos comendo, bebendo, explorando penas e ciscando (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios da frequência comportamental com interação entre idade e fonte de luz em frangos de corte expostos a iluminação artificial com LED em comparação à lâmpada fluorescente.

<b>Idade</b>	<b>Tratamento</b>	<b>CO</b>	<b>BE</b>	<b>EP</b>	<b>CI</b>
<b>28</b>	LED Azul	0,67	0,63	0,25	0,08b
	LED Vermelho	0,42	0,42 B	0,46	0,54aA
	Fluorescente (CFL)	0,71 B	0,33	0,46	0,29abA
	Macho	0,64	0,76	0,39	0,42a
	Fêmea	0,56	0,44	0,39	0,19b
<b>35</b>	LED Azul	0,50b	0,71b	0,58	0,00
	LED Vermelho	0,04b	2,00aA	0,21	0,00 B
	Fluorescente (CFL)	1,67aA	0,25b	0,33	0,00 B
	Macho	0,64	0,76	0,42	0,00
	Fêmea	0,56	0,44	0,33	0,00
<b>42</b>	LED Azul	0,38	0,21	0,29b	0,08
	LED Vermelho	0,38	0,42 B	0,42b	0,04 B
	Fluorescente (CFL)	0,63 B	0,42	0,83a	0,08 AB
	Macho	0,64	0,76	0,75	0,00
	Fêmea	0,56	0,44	0,28	0,14

CO (comendo), BE (bebendo), EP (explorando penas) e CI (ciscando). Médias seguidas por letras distintas na coluna (minúsculas dentro da idade e maiúscula entre as idades) diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis, com 95% de significância.

Barbosa Filho (2004) afirma que ciscar é um comportamento característico e natural das aves, caracterizado quando as mesmas exploram seu território com pés e bico. Aos 28 dias, no tratamento em que as aves foram expostas a iluminação com LED

vermelho, observou-se maior frequência ( $P>0,05$ ) no comportamento de ciscar das mesmas, sendo que os machos foram mais ativos neste comportamento (Figura 3).

Aos 35 dias de idade, as aves expostas a iluminação com LED vermelho apresentaram maior comportamento bebendo, enquanto observou-se maior frequência do ato de comer das aves expostas a lâmpada fluorescente compacta (Figura 3), fato que está de acordo com Rutz & Bermudez (2004), que descreve que as aves não enxergam com precisão a luz com comprimentos de onda curtos (azul e verde), reduzindo o tempo que passam comendo. A luz vermelha deixa a ave mais ativa (Prayitno *et al.*, 1997; Rierson, 2008; Mendes *et al.*, 2010) podendo causar estresse e consequentemente redução no consumo de alimento.

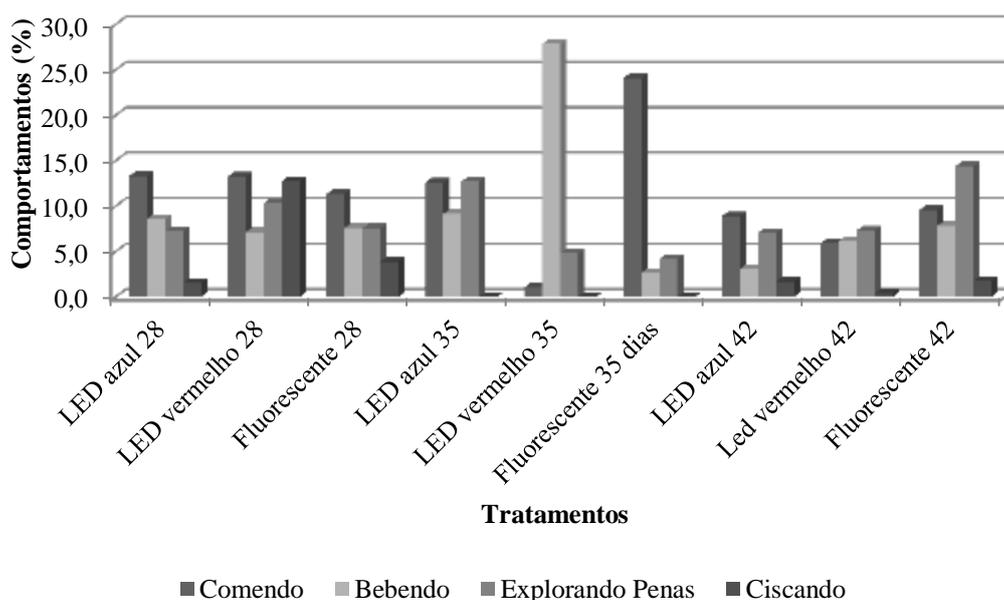


Figura 3. Percentagem média dos comportamentos de frangos de corte expostos a diferentes cores na iluminação artificial.

O ato de explorar penas apresentou diferença apenas aos 42 dias, sendo que as aves expostas à iluminação com lâmpada fluorescente compacta apresentaram maior frequência ( $P<0,05$ ). De acordo com Barbosa Filho (2004), o comportamento de

explorar penas pode ser considerado como comportamento de desconforto. Entretanto, Barehan (1976) relata que sujeira no empenamento das aves leva a maior necessidade de explorar penas.

Comparando o fator fonte de luz e idade, as aves sob iluminação com lâmpada fluorescente compacta apresentaram maior frequência do ato de comer (35 dias – fase de crescimento), e ciscar (28 dias). Sob iluminação com LED vermelho foram observados maiores comportamentos de beber (35 dias) e ciscar (28 dias) (Figura 3), novamente considerando a hipótese que as aves estavam mais ativas, podendo causar estresse e aumento na ingestão de água (Barbosa Filho, 2004).

## **CONCLUSÃO**

As aves expostas à iluminação artificial com LED vermelho e fluorescente compacta mostraram-se mais ativas (comendo, bebendo, explorando penas e ciscando) em relação às aves expostas ao LED azul, porém esses resultados não comprometem o bem-estar animal, indicando que a lâmpada fluorescente pode ser substituída por LED.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abreu VMN, Abreu PG. Diagnóstico bioclimático para a produção de aves no Oeste paranaense. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2001, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: UNIOESTE/SBEA, 2001.
- Altmann J. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior*, Leiden 1974; 227 – 267.
- Barbosa Filho JAD. Avaliação de bem estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. Piracicaba, 2004,

123p. [Dissertação de Mestrado] Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, 2004.

Barehan JR. A comparison of the behaviour and production of laying hens in experimental and conventional battery cages. *Applied Animal Ethology*, Amsterdam, 1976; 2:291-303.

Becker M, Dalponte JC. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: um guia de campo. Brasília: Editora Universidade De Brasília 1999, (2): 180.

Blatchford RA, Archer GS, Mench JA. Contrast in light intensity, rather than day length, influences the behavior and health of broiler chickens. *Poultry Science*, 2012; 91:1768-1774.

Blatchford RA, Klasing KC, Shivaprasad HL, Wakenell PS, Archer GS, Mench JA. The effect of light intensity on the behavior, eye and leg health, and immune function of broiler chickens. *Poultry Science*, 2009; 88:20-28.

Borille R, Garcia RG, Royer AFB, Santana MR, Colet S, Nääs IA, Caldara FR, Almeida Paz ICL, Rosa ES, Castilho VAR. The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2013; 15(2):135-140.

Cao J, Wang Z, Dong Y, Zhang Z, Li J, Li F, Chen Y. Effect of combinations of monochromatic lights on growth and productive performance of broilers. *Poultry Science*, 2012; 91(12):3013-3018.

Costa MJRP. Princípios de etologia aplicados ao bem-estar das aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2003, Campinas. Anais... Campinas: Apinco, 2003, 169-77.

- Deep A, Schwan-Lardner K, Crowe TG, Fancher BI, Classen HL. Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics and welfare. *Poultry Science*, v.89, p.2326-2333, 2010.
- Farias SS, Santos TTA, Zorzetto F, Araujo JM, Barbalho PC. Comportamento de frangos de corte sob variação da luminosidade do ambiente. In: XXVI Encontro Anual de Etologia. Anais... XXVI Encontro Anual de Etologia, 2008.
- Gabriel JEF. Eficiência energética de sistemas de iluminação em galpões de aves poedeiras através de avaliações estatísticas e econômicas. Botucatu, 2003 [Dissertação de Mestrado] Faculdade de Ciências Agronômicas. Unesp - Câmpus de Botucatu, 2003. Gonzales E, Sartori JR. Crescimento e metabolismo muscular. In: *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 2ª Ed. 375p.
- Huber-Eicher B, Suter A, Spring-Stähli R. Effects of colored light-emitting diode illumination on behavior and performance of laying hens. *Poultry Science*, 2013; 92(4):869-873.
- Kristensen HH, Perry GC, Prescott NB, Ladewing J, Ersboll AK, Wathes CM. Leg health and performance of broiler chickens reared in different light environments. *British Poultry Science*, 2006; 10:257-263.
- Liu W, Wang Z, Chen Y. Effects of monochromatic light on developmental changes in satellite cell population of pectoral muscle in broilers during early posthatch period. *Anatomical Record (Hoboken)*, 2010; 293(8):1315-24.
- Mendes AS, Paixão SJ, Restelatto R, Morello GM, Moura DJ, Possenti JC. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. *The Journal of Applied Poultry Research*, 2013; 22:62-70.

- Mendes AS, Reffati R, Restelatto R, Paixão SJ. Visão e iluminação na avicultura moderna. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, 2010; 16(1-4):05-13.
- Mollenhorst H, Rodenburg TB, Bokkers EAM, Koene P, Boer IJM. On-farm assessment of laying hen welfare: a comparison of one environment - based and two animal-based methods. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, 2005; 90(3-4):277-291.
- Nazareno AC. Influência de diferentes sistemas de criação na produção de frangos de corte industrial com ênfase no bem-estar animal. Pernambuco, 2008, 100f. [Dissertação de Mestrado] Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.
- Paranhos da Costa MJR. Comportamento e bem-estar. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E. *Fisiologia aviária aplicada em frangos de corte*. Jaboticabal: Funep/Unesp, v.2, p.327-348, 2008.
- Prayitno DS, Phillips CJC, Omed H. The effects of color of lighting on the behavior and production of meat chickens. *Poultry Science*, 1997; 76:452-457.
- Queiroz MLV, Barbosa Filho JAD, Vieira FMC. Avaliação do conforto térmico de frangos de corte de forma direta e prática. *Avisite*, 2012. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/cet/img/TabelasEntalpiaAviSite2012.pdf>>. 2012.
- R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>. 2013.
- Rierson RD. Broiler preference for light color and feed form, and the effect of light on growth and performance of broiler chicks. [Master Thesis] 2008.
- Rutz F, Bermudez VL. Fundamentos de um programa de luz para frangos de corte. In: Mendes AA, Nääs IA, Macari M. *Produção de frangos de corte*. Campinas: Facta, 2004; 157-168.

Son JH, Ravindran V. Effect of light colour on the behaviour and performance of broilers. Poultry Welfare Symposium Cervia, Italy, 2009,18-22.

Souto A. Os principais tipos e métodos de observação. Etologia: princípios e reflexões. Recife: Universitária – UFPE 2003; 47 – 49.

Vercellino RA. Efeito de diferentes sistemas de vedação de aviários no comportamento e bem estar de frangos de corte. [Dissertação de Mestrado] Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2012.

## IMPLICAÇÕES GERAIS

A instalação de um sistema de iluminação a partir de diodo emissor de luz (LED) pode ser feita sem prejudicar o desempenho zootécnico e comportamento das aves, resultando num valor considerável de economia de energia elétrica ao produtor e consequentemente reduzindo os custos de produção, além de empregar tecnologias atuais que visam a sustentabilidade, pois as lâmpadas de diodo emissor de luz são recicláveis, duráveis e apresentam baixo consumo de energia.

As aves ficam menos ativas quando expostas a iluminação com LED azul, indicando que o sistema de iluminação artificial com esse comprimento de onda pode ser utilizado em detrimento às lonas azuis que atualmente são utilizadas no momento da apanha.

Por ser uma nova tecnologia, ainda há informações que precisam ser pesquisadas sobre LED e seus efeitos na produção avícola, através de análises mais específicas e aplicações a campo.

## APÊNDICE

### VIABILIDADE DOS CUSTOS DAS LÂMPADAS

Análise econômica da utilização de lâmpadas de LED em comparação à lâmpada fluorescente na produção de frangos de corte.

	<b>Lâmpada fluorescente</b>	<b>LED</b>
<b>Nº de lâmpadas/m<sup>2</sup></b>	0,02	0,06
<b>Custo unitário da lâmpada (US\$)*</b>	14,70	17,64
<b>Potência (W)</b>	48	5
<b>Vida útil (h)</b>	8.000	20.000
<b>Consumo (kWh/lote)**</b>	451	100
<b>Custo de energia elétrica (US\$/kWh)</b>	0,16	0,16

\*Dólar cotado a R\$2,38 em 08/01/2014.

\*\* Consumo de energia das lâmpadas considerando 16 horas de luz/dia .

A comparação de custos das lâmpadas fluorescentes e LED foi realizada com base nos valores de mercado e custo de energia elétrica da região de Dourados-MS, com informações considerando uma iluminância de 20 lm/m<sup>2</sup>, conforme recomendação da linhagem Cobb® para frangos de corte, em galpão com 500 m<sup>2</sup>.

Ao verificar o consumo de energia elétrica de um aviário com dimensão de 50x10m, com lâmpada fluorescente x LED, observa-se uma diferença de aproximadamente 351 kWh/lote, o que representa ao produtor uma economia de US\$56,16 a cada lote ao utilizar lâmpadas de LED. Os custos de investimento dessa tecnologia tendem a diminuir, viabilizando a produção de frangos de corte nesse sistema de iluminação.

### VALORES NUTRICIONAIS DA RAÇÃO

Composição da ração de frangos de corte nas diferentes fases de produção.

	<b>Pré-inicial</b>	<b>Inicial</b>	<b>Crescimento</b>	<b>Final</b>
<b>Proteína Bruta (%)</b>	23	21	19,5	18
<b>Extrato Etéreo (%)</b>	6	7	8	5
<b>Lisina (%)</b>	1,3	1,26	1,18	1
<b>Metionina (%)</b>	0,6	0,56	0,52	0,4
<b>Cálcio (%)</b>	0,8	0,8	0,8	0,74
<b>Fósforo (%)</b>	0,6	0,6	0,6	0,4

Pré-inicial – 0 a 7 dias; Inicial – 8 a 18 dias; Crescimento – 19 a 36 dias e Final – 37 a 42 dias. Para os demais níveis nutricionais utilizou-se recomendação descrita na literatura.