



# ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,  
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

## PRODUÇÃO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS EXPOSTAS A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED DE DIFERENTES CORES

Kelly Cristina Nunes<sup>1</sup>, Rodrigo Garófalo Garcia<sup>2</sup>, Irenilza de Alencar Nääs<sup>2</sup>, Cinthia Eyng<sup>2</sup>,  
Fabiana Ribeiro Caldara<sup>2</sup>, Nilsa Duarte da Silva Lima<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Parte do trabalho de dissertação do mestrado do primeiro autor, financiada pela CAPES

<sup>2</sup>Professor Adjunto FCA – UFGD, Dourados, MS. e-mail: [rodrigogarcia@ufgd.edu.br](mailto:rodrigogarcia@ufgd.edu.br)

<sup>3</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFGD, Dourados, MS.

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo, reprodutivo e qualidade de ovos de codornas japonesas expostas a iluminação artificial com LED de diferentes cores. O experimento foi conduzido no setor de avicultura de postura da Faculdade de Ciências Agrárias de Dourados – UFGD. Utilizou-se 240 codornas japonesas com 42 dias de idade. Adotaram-se quatro situações dentro do galpão experimental T1: LEDs verdes, T2: LEDs vermelhas, T3: Lâmpadas Fluorescentes e T4: LEDs azuis distribuídos em DIC, com seis repetições de 10 aves cada. As características do sistema reprodutivo foram avaliadas aos 49 e 56 dias de idade. Foi apanhada uma ave aleatoriamente de quatro repetições, totalizando uma amostragem de 16 aves por coleta. As avaliações de desempenho tiveram início ao 42º dias de idade, onde determinou-se as características de consumo de ração, porcentagem de postura e conversão alimentar (kg/kg e kg/dz). Para as análises qualitativas foram determinados o PMO, AA, UH, AG, IG, %G, %A e %C. Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para as variáveis: %P, CR, CA kg/kg, CA kg/dz. Foram encontrados valores significativos ( $P < 0,05$ ) para PMO, onde as aves expostas à luz fluorescente apresentaram valores superiores às aves expostas com iluminação LED verde e azul. Não verificou-se interação entre as diferentes cores de LED e os períodos avaliados para peso relativo do oviduto e ovário ( $P > 0,05$ ). Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para o efeito isolado das diferentes cores de LED avaliadas sobre o peso relativo do oviduto e ovário. Por outro lado, os dados revelaram efeito ( $P < 0,05$ ) dos diferentes períodos estudados (7 e 14 dias) para peso relativo do oviduto, onde o aos 7 dias o peso relativo se mostrou superior ao de 14 dias. Lâmpadas fluorescentes apresentam um aumento no peso médio dos ovos de codornas japonesas.

**Palavras-chave:** Avicultura, desempenho, unidade haugh

## INTRODUÇÃO

A iluminação é um fator amplamente utilizado para manipular 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).

O fornecimento de luz durante o período noturno tem a finalidade de permitir que as aves possam ingerir água e ração, melhorar o crescimento e adaptação ao ambiente nos primeiros dias de vida e durante todo o período de criação.

O uso da iluminação artificial é mais ostensivo em países onde se utilizam sistemas de criação em galpões fechados (países da Europa e Estados Unidos) e em regiões com clima desfavorável, elevando o custo com energia elétrica e afetando diretamente o valor do produto que chega ao mercado consumidor. No Brasil, a grande maioria dos sistemas de criação é em galpões abertos, necessitando de menor iluminação artificial, porém não a descartando (GEWEHR & FREITAS, 2007).

### **Métodos de visão das aves – estímulos luminosos**

Estudos relatam que as aves possuem um campo de visão relativamente maiores em comparação com os humanos, composta por dois tipos de células fotorreceptoras na retina do olho, os bastonetes e cones, responsáveis pelas condições de visão normais durante o dia. SILVA (2010) descreve que a retina é considerada parte integrante do sistema nervoso central (SNC) por derivar de vesículas ópticas originárias do diencéfalo. Toda informação visual proveniente do meio externo desse tecido é captada e transformada em estímulo elétrico para posterior envio às vias centrais da visão.

A retina madura de vertebrados localiza-se na parte posterior do globo ocular, dividida em diversas camadas, nas quais se distribuem sete tipos celulares neurais (MENDES et al., 2010). Na porção mais externa da retina, encontra-se a camada nuclear externa (CNE) formada pelos corpos celulares dos fotorreceptores, cones e bastonetes, a camada nuclear seguinte é a camada nuclear interna (CNI), formada pelos corpos celulares das células horizontais, bipolares, amácrinas, ganglionares deslocadas e, em algumas espécies, células interplexiformes. Por fim, na parte mais interna da retina, encontra-se a camada de células ganglionares (CCG) formada pelos corpos celulares das células ganglionares e amácrinas deslocadas. Intercalando estas camadas celulares, encontram-se as camadas plexiforme externa (CPE) e plexiforme interna (CPI), que são na verdade regiões de contatos sinápticos realizados pelos tipos celulares

mencionados acima. Os axônios das células ganglionares vão dar origem à camada de fibras ópticas (CFO) que formará o nervo óptico, sendo este o responsável pelo envio da informação aos núcleos cerebrais da visão.

Predominantemente, na região periférica da retina encontram-se os bastonetes e os cones na região central. Em adição, estas células possuem estruturas contendo pigmentos, compostos pela opsina (uma proteína) e um carotenoide (derivado da vitamina A). O modo de ação destas estruturas inclui o acúmulo destes pigmentos na borda da membrana celular dos fotorreceptores, sendo que a ação luminosa ocasiona uma modificação em sua conformação o que resulta em uma série de alterações no potencial de membrana, transmitindo o impulso nervoso até as células bipolares, que repassam o estímulo até células ganglionares (BICAS, 1997).

No entanto, SILVA (2010) relata que as células da retina responsáveis pela transdução do estímulo luminoso são os fotorreceptores, que liberam glutamato, o principal neurotransmissor excitatório do sistema nervoso central. Desta forma, o sinal é transmitido às células bipolares e por sua vez, às células ganglionares via liberação de glutamato, caracterizando a via vertical glutamatérgica. O estímulo parte das células ganglionares via nervo óptico até a região do quiasma óptico.

Nesse ponto, há um cruzamento entre parte das fibras do nervo óptico e há uma separação em hemisférios, contemplados por cada hemisfério cerebral, sendo o hemisfério esquerdo contemplado pelo hemisfério direito e vice-versa. A sobreposição do campo de visão dos dois globos oculares é responsável pela visão binocular.

Um somatório de estímulos fornece aos bastonetes uma alta sensibilidade, no máximo de 507nm (luz azul-verde). Estas células, que operam somente abaixo de 4 cd/m<sup>2</sup>, são inaptas a distinguir as cores. Entretanto, o menor número de cones, cada um ligado a uma única fibra nervosa, é responsável por fornecer níveis muito mais significativos de intensidade luminosa (iniciando de 4 até 44 cd/m<sup>2</sup>), produzindo imagens em alta definição e permitindo a percepção das cores (MENDES et al., 2010). Para GOVARDOVSKII & ZUEVA (1977) e HART et al. (1999), os olhos das aves têm um tipo adicional de cone na retina, com um pico de sensibilidade por volta de 415 nm e este cone, conforme citam PRESCOTT & WATTES (1999), permite também a percepção de radiações abaixo de 400 nm. Segundo ROCHA (2008), as aves têm recepção de cores e respondem fisiologicamente quando a luz é produzida por raios no final do espectro, como laranja e vermelho (que possuem um poder de penetração transcraniana 1000 vezes maior que as cores do início do espectro e exercem, portanto,

nas condições usuais, um poder estimulante mais elevado), produzindo maior quantidade de hormônios reprodutivos. No entanto, ROZENBOIM et al. (1998), ressalta que a produção de ovos pode ser adversamente afetada pela exposição das aves à luz com um comprimento de onda de 880 nm (infravermelho).

### **Desenvolvimento do sistema reprodutivo e sua correlação com a iluminação**

O sistema reprodutivo é basicamente regulado pelo eixo hipotalâmico-hipofisiário-gonadal. No cérebro concentram-se sinais neurais e hormonais de origem endógena e exógena. Esta informação é usada para controlar a pituitária, gônadas e outros órgãos direta ou indiretamente. Várias áreas do cérebro são utilizadas, mas o principal ponto de tradução de sinais neurais no controle hormonal ocorre no hipotálamo, localizado numa região na base do cérebro, próximo da pituitária. As células neurosecretoras do hipotálamo comunicam diretamente com a pituitária anterior através de um sistema porta. Este transporta hormônios do hipotálamo até a pituitária (RUTZ et al., 2007).

Rocha (2008) relata que a reprodução das aves não depende somente dos fotorreceptores dos olhos para a percepção da luz. A luz precisa atravessar os ossos do crânio para estimular os fotorreceptores específicos no hipotálamo. O mesmo autor ainda relata que a luz é percebida pelos fotorreceptores hipotalâmicos que convertem o sinal eletromagnético em uma mensagem hormonal através de seus efeitos nos neurônios hipotalâmicos que secretam o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH). O GnRH atua na hipófise produzindo as gonadotrofinas: hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo estimulante (FSH). O LH e o FSH ligam-se aos seus receptores na teca e células granulosas do folículo ovariano, estimulando a produção de andrógenos e estrógenos pelos folículos pequenos e produção de progesterona pelos folículos pré-ovulatórios maiores.

No entanto, dias curtos não estimulam a secreção adequada de gonadotrofinas porque não iluminam toda a fase fotossensível, já os dias mais longos, entretanto, faz a estimulação, e deste modo à produção de LH é iniciada. Este mecanismo neuro-hormonal controla as funções reprodutivas, comportamentais e as características sexuais secundárias das aves (ETCHES, 1996; ROCHA, 2008).

Diante disso, sistemas artificiais de luz têm sido idealizados para aperfeiçoar o ganho de peso, controlar a idade para a maturidade sexual e aumentar a produção de ovos em poedeiras, codornas e matrizes (ARAÚJO et al., 2011).

A modificação artificial do fotoperíodo é uma das mais poderosas ferramentas de manejo disponíveis para as aves reprodutoras. O início da fase de postura pode ser adiantado ou atrasado, o horário da ovoposição pode ser sincronizado, a taxa de postura pode ser influenciada, a qualidade da casca, a eficiência alimentar e o tamanho do ovo podem ser afetados pelo regime luminoso (ETCHES, 1994).

Informações que coincidem com as relatadas por Gongruttanatum & Guntapa (2012), que o desempenho produtivo das aves domésticas é dependente do controle adequado de luz, envolvendo quantidade (duração e intensidade), coloração da luz (ou comprimento de onda) e frequência espectral. Entretanto, a literatura traz várias definições quanto ao espectro luminoso mais indicado para a reprodução das aves e demais funções fisiológicas.

### **Programas de Luz utilizados na avicultura de postura**

O programa de iluminação utilizado na avicultura de postura (poedeiras e codornas) tem por finalidade estimular o aparelho reprodutor das aves e aumentar a produção de ovos (ETCHES, 1996). São classificados de acordo com o fotoperíodo, em hemerais e ahemerais. Programas hemerais são compostos de períodos de 24h, distribuídos em fase clara e fase escura. Em instalações abertas, em que é aproveitada a luz natural, utilizam-se somente programas hemerais (CAMPOS, 2000). Programas hemerais podem ser classificados em contínuos e intermitentes. Nos programas contínuos, a iluminação artificial é acrescida à natural para formar um fotoperíodo longo contínuo, enquanto nos intermitentes há uma combinação alternada de períodos de luz com escuros (GEWEHR & FREITAS, 2007).

Programas intermitentes são fundamentados na “noção do dia subjetivo”. Esta teoria supõe que uma ave adulta em produção, já anteriormente sensibilizada em um fotoperíodo longo contínuo, necessita apenas da informação de que o seu dia biológico está iniciando ou terminando. As aves ignoram períodos de escuro dentro do intervalo de tempo necessário para estimular a postura. Esta informação pode ser dada através de um simples flash de luz. A ave irá ignorar períodos intermediários de escuridão (GEWEHR, 2003 & COTTA 2002).

Ciclos ahemerais são utilizados para melhorar a qualidade da casca e aumentar o tamanho do ovo sem diminuir a postura. No entanto, são usados em instalações com ambiente controlado, principalmente na Europa e Estados Unidos (ERNST et al, 1987).

Melo et al. (2006) avaliaram os efeitos dos programas contínuo e intermitente sobre o desempenho de codornas (*Coturnix coturnix*) na fase inicial de postura. Os resultados obtidos demonstraram que não houve diferença significativa no consumo de ração, no entanto a produção de ovos no regime intermitente foi maior que no contínuo. Pesquisas realizadas com programas de iluminação intermitente em galinhas e codornas comerciais criadas em galpões abertos apresentam resultados positivos e promissores (GEWEHR et al.,2012). A iluminação intermitente possibilita a redução do consumo de energia elétrica usada para estimular o aparelho reprodutor em galpões abertos sem redução no desempenho zootécnico e sem afetar a qualidade dos ovos (GEWEHR & FREITAS, 2007).

### **Tipos de Lâmpadas**

Na avicultura de postura é conhecida como função da luz artificial nos programas de iluminação, o aumento do fotoperíodo e o estímulo para maior produção de ovos, considerando que as aves são responsivas à estimulação pela luz. Para se atingir o índice de iluminância necessária a esta estimulação fisiológica, empregam-se normalmente sistemas de iluminação artificiais compostos por um elevado número de lâmpadas de alta potência e baixa eficiência, causando um incremento substancial nos custos de produção final.

A busca por novas fontes e tipos de iluminação são constantes, a medida que novas técnicas para obtenção de luz vão sendo descobertas, novas fontes luminosas com diferentes características vão ganhando espaço no mercado, no entanto, cada fonte deve ter uma determinada aplicação (CERVI, 2005). Várias fontes luminosas já foram testadas nos galpões de produção de ovos, porém, estudos ainda são realizados em busca de maior durabilidade e menor custo.

Segundo ETCHES (1996) não importa o tipo de lâmpada utilizada (fluorescente, incandescente, vapor de sódio), no entanto, sabe-se que cada lâmpada oferece um espectro luminoso diferente, e este fator pode causar influencia sobre a produção e a qualidade dos ovos.

A lâmpada incandescente utilizada no sistema de iluminação artificial é umas das mais

antigas fontes de luz, entretanto é considerada pouco eficiente, pois seu funcionamento produz muito calor e pouca luz (OSRAM, 2007). A utilização de lâmpadas fluorescentes compacta ocorreu em substituição da lâmpada incandescente, apresentando melhor eficiência luminosa e uma redução do custo de energia elétrica de até 70%.

Recentemente uma nova tecnologia em iluminação artificial vem sendo empregada nos sistemas de produção de aves, em substituição as lâmpadas fluorescente compacta. A inovação são as lâmpadas de LED (Diodo Emissor de Luz) que apresentam alta eficiência luminosa e elevada vida útil, destacando-se quando comparada com outras fontes de luz (PINTO, 1998). O tempo de vida útil de uma lâmpada de LED é de aproximadamente 50000 horas, enquanto a fluorescente compacta é de 8000 horas e a incandescente é de 1000 horas (OSRAM, 2007).

### **Diodo Emissor de Luz na Avicultura Industrial**

Segundo MOREIRA (2009) os LEDs não são nada mais do que diodos semicondutores que quando submetidos a uma corrente elétrica emitem luz e podem ser utilizados para fototerapia com comprimentos de onda que variam de 405nm (azul) a 940nm (infravermelho).

Diferentemente das lâmpadas incandescentes, os LEDs podem produzir luz que mudam de cor, intensidade e distribuição, atendendo a várias necessidades de mercado. Com estas fontes de luz reduz-se, também, o consumo de energia em cerca de 50% em relação às fontes tradicionais. Além deste benefício temos ainda redução de lixo e poluição ambiental. Atualmente, os LEDs podem ser encontrados em vários modelos que emitem cor como o azul, verde, vermelho, laranja, amarela e outras. Combinando intensidades de LEDs, de no mínimo três cores primárias, é possível cobrir toda a gama de cinco cores do espectro visível, inclusive a luz branca, proporcionando soluções otimizadas para qualquer necessidade de iluminação ambiental e de segurança (CERVI, 2005; MOREIRA, 2009).

As lâmpadas tradicionalmente utilizadas para a iluminação de galpões de poedeiras, codornas e frangos de corte apresentam elevado consumo de energia, baixa durabilidade, necessidade de limpeza constante e dificuldades para o correto descarte. Diante dessa realidade as lâmpadas de LED têm despertado grande interesse, pois, além de ser extremamente econômico, apresenta uma vida útil longa. No entanto, os efeitos

dos espectros luminosos emitidos por esse tipo de lâmpada sobre as aves ainda são praticamente desconhecidos devido à escassez de pesquisas científicas (RIERSON, 2008).

Algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas avaliando as cores de LED no sistema de iluminação artificial na avicultura. Borille, et al. (2013), ao avaliar cinco cores de LED e lâmpadas incandescente, obteve resultados de desempenho superiores para cores vermelha, branca e luz incandescente, quando comparadas com as cores verde, amarelo e azul.

Ao utilizar três cores de LED comparadas com lâmpadas incandescentes, ER et al. (2007) observaram que a cor verde apresentou melhoria 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. 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 (CHEN et al., 2008).

Tendo pela frente um mercado cada vez mais exigente e competitivo, atualmente inserido em uma consciência sustentável, justifica-se o emprego de tecnologias que inserem em seus produtos um menor custo de produção. Levando em conta que os gastos e desperdícios totais de energia elétrica na produção de aves são exageradamente altos e que já estão disponíveis no mercado tecnologias que possuem boa eficiência energética, como é o caso dos LEDs que possuem uma eficácia estimada em 100 lm/W, sendo superior às lâmpadas incandescentes (15 lm/W) e fluorescentes (80 lm/W) (LIU et al., 2010; CAO et al., 2012), tornam-se necessários estudos que modifiquem e atualizem os setores avícolas, viabilizando a competitividade da produção.

### **Qualidade de ovos vs Iluminação**

Em aves de postura é conhecida a função da luz artificial nos programas de iluminação, aumentando o fotoperíodo e estimulando a maior produção de ovos, considerando que as aves são responsivas à estimulação pela luz. Para se atingir o índice de iluminância necessária a esta estimulação fisiológica, empregam-se normalmente sistemas de iluminação artificiais compostos por um elevado número de lâmpadas de

alta potência e baixa eficiência, causando um incremento substancial nos custos de produção final.

Tendo pela frente um mercado cada vez mais exigente e competitivo, atualmente inserido em uma consciência sustentável, justifica-se o emprego de tecnologias que inserem em seus produtos um menor custo de produção. Levando em conta que os gastos e desperdícios totais de energia elétrica na produção de aves são exageradamente altos e que já estão disponíveis no mercado tecnologias que possuem boa eficiência energética, como é o caso dos LEDs que 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.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de avicultura de postura da Faculdade de Ciências Agrárias de Dourados – UFGD, apresentando latitude de 22°13'18.54" Sul e longitude de 54°48'23.09" Oeste. O clima da região, de acordo com a classificação Köppen pertence ao tipo Cwa (mesotérmico úmido), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média anual de 22°C. A altitude varia entre 449 m e 477 m.

A instalação em que as aves foram alojadas caracteriza-se por um aviário convencional possuindo dimensões de 6 m de comprimento, 2,5 m de largura e 3,5 m de pé-direito, encontra-se disposto no sentido leste oeste com cobertura de telha de fibrocimento, piso de concreto e paredes de alvenaria.

Foram utilizados os bebedouros tipo *nipple* com água dispostas à vontade aos animais. Os comedouros metálicos foram dispostos frontalmente às gaiolas, correspondendo um comedouro para cada unidade experimental. A ração foi fornecida *ad libitum* dividida em dois períodos (manhã e tarde) diariamente. O regime de iluminação utilizado foi correspondente ao de 17 horas por dia (iluminação natural + artificial).

Utilizou-se 240 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 42 dias de idade. Durante todo o experimento as aves foram mantidas em regime de iluminação artificial com lâmpadas de diodo emissor de luz (LEDs) de diferentes cores.

As características do sistema reprodutivo, desempenho produtivo foram avaliados durante todo o período experimental (fase produção), com início dos registros dos dados aos 42 dias de idade.

As características do sistema reprodutivo foram avaliadas quando as aves completaram 49 e 56 dias de idade. Foi apanhada uma ave aleatoriamente de quatro repetições, totalizando uma amostragem de 16 aves por coleta. Posteriormente, as mesmas foram sacrificadas para a retirada e mensuração do sistema reprodutor (infundíbulo a cloaca) (cm), ovários e ovidutos (mm). As análises de qualidade dos ovos foram realizadas quando as aves completaram 98 dias de idade, período referente ao de pico de postura das mesmas.

O período de avaliação da qualidade dos ovos teve duração de 84 dias, correspondente a quatro ciclos de 21 dias cada.

As aves foram alocadas em baterias de gaiolas de arame galvanizado possuindo quatro subdivisões de 32 x 33 x 17 cm. O galpão foi dividido verticalmente e transversalmente com placas de compensado preta de uma extremidade a outra para que não se tenha interferência das diferentes cores de lâmpadas LEDs avaliados, formando assim quatro quadrantes, onde cada quadrante corresponderá a um tratamento. As lâmpadas foram dispostas frontalmente as gaiolas de acordo com a necessidade de lux para codornas de postura conforme indica o manual da linhagem.

Foram adotadas quatro situações dentro do galpão experimental, onde cada uma correspondeu a um tratamento: T1: Lâmpadas LED verdes, T2: Lâmpadas LED vermelhas, T3: Lâmpadas Fluorescentes e T4: Lâmpadas LED azuis distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições de 10 aves cada, totalizando 24 unidades experimentais.

As rações experimentais foram formuladas de acordo com a exigência da linhagem, onde os dados de composição química e energética dos alimentos foram baseados segundo Rostagno et al. (2011) e acrescentadas os diferentes resíduos utilizados.

### **Características de Desempenho**

Determinou-se o ganho de peso das aves, em que as mesmas foram pesadas no primeiro dia de experimento e no último dia, considerando peso inicial e peso final,

onde por diferença se obteve o ganho de peso das aves durante todo o período experimental.

As avaliações de desempenho tiveram início ao 42º dias de idade, onde determinou-se as características de consumo de ração, porcentagem de postura, massa de ovos e conversão alimentar (kg/kg e kg/dz). As avaliações foram determinadas no 21º dia de todo ciclo durante todo o período experimental.

Para a determinação do consumo, as rações experimentais foram pesadas no primeiro e último dia de cada ciclo, em cada unidade experimental, e por diferença determinou-se o consumo de ração do período avaliado. Os ovos foram coletados uma vez ao dia, e contados diariamente, obtendo ao final do ciclo a produção total de ovos, porcentagem de postura de cada unidade experimental.

A massa de ovos foi obtida pela relação entre a produção total e o peso médio dos ovos (produção total de ovos x peso médio dos ovos).

A conversão alimentar em kg/kg e kg/dz foi calculada dividindo-se a ração consumida (kg) pelo peso total de ovos (kg) e pelo número de ovos produzidos (dz), respectivamente, em cada unidade experimental.

$$\text{CA kg/kg} = \text{CR} / \text{Peso Total de ovos}$$

$$\text{CA kg/dúzia} = \text{CR} / \text{N}^\circ \text{ de ovos produzidos}$$

### **Características Qualitativas dos ovos**

As análises para a determinação das características qualitativas dos ovos foram realizadas nos três últimos dias de cada ciclo experimental.

Foram coletados seis ovos de cada unidade experimental, sendo três para avaliações qualitativas e três para determinação da porcentagem de gema e albúmen.

Foram determinados peso médio dos ovos (PMO), Altura de Albúmen(AA), valores de Unidade Haugh (UH), Altura de Gema (AG), índice de gema (IG), porcentagem de casca (PC), porcentagem de albúmen (PA) e porcentagem de gema (PG).

O peso médio dos ovos foi calculado dividindo-se o peso total pelo número de ovos da unidade experimental. Após a realização das pesagens retirou-se aleatoriamente uma amostra de três ovos por unidade experimental, os quais individualmente, foram

pesados em balança semi-analítica ( $\pm 0,001\text{g}$ ) e posteriormente quebrados sobre uma placa de vidro lisa aonde com o auxílio de um paquímetro digital se mensurou a medida da altura do albúmen denso e da gema, em mm. Com a medida da altura do albúmen e o peso do ovo foram determinados os valores de unidade Haugh, utilizando a seguinte equação (Nesheim et al., 1979):

$$UH = 100 \times \log (H - 1,7P^{0,37} + 7,57)$$

Em que:

UH = Unidades Haugh

H = altura do albúmen (mm)

P = peso do ovo (g)

Em seguida, utilizando um paquímetro digital ( $\pm 0,01 \text{ mm}$ ) determinou-se o diâmetro da gema. Com base nos valores obtidos foi calculado o índice de gema (altura/diâmetro).

**Índice de gema** = altura da gema / média dos diâmetros da gema

Para a determinação da porcentagem de cascas, as mesmas foram lavadas em água corrente e secadas posteriormente em temperatura ambiente por um período de 48 horas, após esse período as mesmas foram pesadas em balança semi-analítica para a obtenção da porcentagem considerando o peso total do ovo e o peso da casca incluindo membrana após secagem. Posteriormente com o auxílio de um micrômetro digital se se determinou a espessura da casca.

**% Casca** =  $\text{Peso casca} \times 100 / \text{Peso Total ovo}$

Para a determinação das porcentagens de albúmen e gema, foram utilizados três ovos de cada unidade experimental. Os ovos foram identificados, quebrados e separados albúmen, gema e casca com o auxílio de um separador de gemas. Em seguida, os mesmos foram alocados em recipientes de poliestireno atóxico identificados e pesados para a determinação das porcentagens.

$$\% \text{ Gema} = \text{Peso gema} \times 100 / \text{Peso Total ovo}$$

$$\% \text{ Albúmen} = \text{Peso albúmen} \times 100 / \text{Peso Total ovo}$$

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional ASSISTAT. Em seguida, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

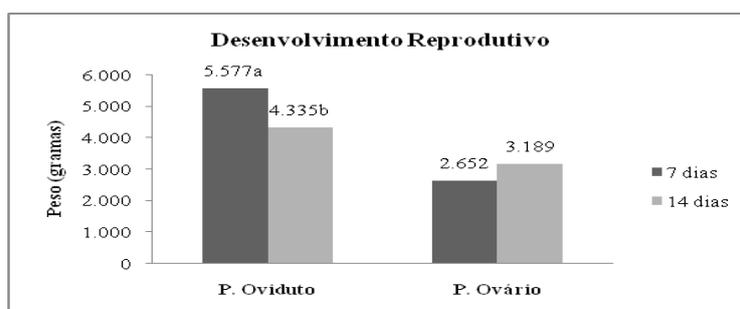
Os valores médios referentes ao peso relativo do oviduto (g) e peso relativo do ovário (g) de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) expostas à iluminação artificial de LED de diferentes cores estão sendo apresentados na tabela 2.

**Tabela 2** – Valores médios referentes ao peso relativo do oviduto (g) e peso relativo do ovário (g) de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) expostas à iluminação artificial de LED de diferentes cores.

Luces	Peso Relativo Oviduto	Peso Relativo Ovário
T1 – Verde	5.203	2.543
T2 – Vermelho	5.026	3.217
T3 – Fluorescente	4.867	3.222
T4 – Azul	4.726	2.701

Não verificou-se interação entre as diferentes cores de LED e os períodos avaliados para peso relativo do oviduto e ovário ( $P > 0,05$ ). Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para o efeito isolado das diferentes cores de LED avaliadas sobre o peso relativo do oviduto e ovário.

Por outro lado, os dados revelaram efeito ( $P < 0,05$ ) dos diferentes períodos estudados (7 e 14 dias) para peso relativo do oviduto, onde o aos 7 dias o peso relativo se mostrou superior ao de 14 dias, possivelmente tal fato possa estar relacionado com o aumento do peso da ave durante sua vida e maturidade sexual (figura 1).



**Figura 1** – Peso relativo do ovário e oviduto (g) nos diferentes períodos avaliados (7 e 14 dias)

Na tabela 1 não foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para as variáveis: porcentagem de postura (%P), consumo de ração (CR), conversão alimentar kg/kg (CA kg/kg), conversão alimentar kg/dz (CA kg/dz).

**Tabela 1** – Valores médios referentes às variáveis de produção de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com LED de diferentes cores

<b>Tratamentos</b>	<b>%P</b>	<b>CR</b>	<b>CA(kg/kg)</b>	<b>CA (kg/dz)</b>
T1 - Verde	71,87	20,19	2,001	0,223
T2 - Vermelho	73,96	20,93	2,034	0,238
T3 - Fluorescente	72,92	20,93	2,000	0,240
T4 - Azul	73,54	20,05	1,905	0,209
<b>CV (%)</b>	6,28	5,33	6,94	9,34
<b>p-value</b>	>0,05	>0,05	>0,05	0,1167

ANOVA: Médias na mesma coluna seguidas de letras diferem entre si, pelo teste de Tukey 5%.

Os dados de consumo de ração (CR) e porcentagem de postura (%P) do presente estudo corroboram com os de Jacomé et al. (2012) que também não observaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) trabalhando com Lâmpadas incandescentes 15W e lâmpadas LED laranja, branco e azul.

PAIXÃO et al. (2011) utilizaram dois tipos de iluminação (lâmpadas fluorescentes compactas e LED brancos) e verificaram que a lâmpada de LED branca apresenta o mesmo efeito da lâmpada fluorescente no desempenho produtivo de frangos de corte (consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar), tornando-se viável devido a economia de energia que esta apresenta.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) das variáveis Altura de Albúmen, Altura de Gema, Unidade Haugh e Índice de gema, para as diferentes cores de LED avaliadas. Entretanto foram encontrados valores significativos ( $P<0,05$ ) para peso médio dos ovos, onde as aves expostas à iluminação com lâmpadas fluorescente apresentaram valores superiores às aves expostas com à iluminação com LED verde e azul (Tabela 2).

**Tabela 2** – Valores médios de Índices de qualidade de ovos de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com LED de diferentes cores

Tratamentos	<sup>1</sup> PMO	<sup>2</sup> AA	<sup>3</sup> AG	<sup>4</sup> UH	<sup>5</sup> IG
T1 - Verde	9,33 <sup>b</sup>	5,38	11,04	95,85	0,46
T2 - Vermelho	9,62 <sup>ab</sup>	5,25	11,03	94,98	0,46
T3 - Fluorescente	9,85 <sup>a</sup>	5,19	10,98	94,62	0,45
T4 - Azul	9,30 <sup>b</sup>	5,18	10,87	94,99	0,46
CV(%)	3,17	3,22	1,33	0,94	2,82

ANOVA: Médias na mesma coluna seguidas de letras diferem entre si, pelo teste de Tukey 5%.

<sup>1</sup>Peso Médio dos Ovos (PO), <sup>2</sup>Altura de Albúmen (AA), <sup>3</sup>Altura de Gema (AG), <sup>4</sup>Unidade Haugh (UH) e <sup>5</sup>Índice de gema (IG)

De acordo com Pinto (1998), o peso médio dos ovos é altamente depende da ingestão diária de proteína. Para ambos os tratamentos avaliados os índices de consumo de ração se mantiveram dentro dos padrões, mostrando-se assim ingestão de proteína em níveis adequados para manutenção e produção das aves.

O albúmen, representa cerca, de 55,74% do peso do ovo de codorna, no entanto fatores como ingestão de alimentos, tempo de armazenamento e período de estocagem afetam diretamente o peso médio dos ovos.

Jácome et al (2012), trabalhando com lâmpadas incandescente 15W e LED de diferentes cores (azul, laranja e branca) encontraram resultados semelhantes, sem afetar o escore de Unidade Haugh. Já Borille et al. (2013) trabalhando com poedeiras comerciais, não encontraram diferença significativa para a qualidade interna dos ovos com as diferentes fontes de iluminação testada (lâmpadas incandescentes, LED's azul, verde, vermelha e amarelo).

Segundo Jácome et al., (2012) alguns fatores como composição da ração, tempo de coleta, e período de armazenamentos dos ovos estão relacionados diretamente com a diminuição da altura do albúmen e conseqüentemente com o índice de Unidade Haugh, no entanto, no presente estudo ambos os fatores citados a cima se mostraram dentro dos padrões ideais para os índices qualitativos, sendo assim os diferentes tratamentos

avaliados não mostraram resultados negativos, fazendo com que a tecnologia estudada possa ser empregada sem perdas qualitativas.

Relatos que justificam os de Jácome et al., (2012) são os de Er et al. (2007) testaram três cores de LEDs em comparação ao sistema de iluminação artificial com lâmpadas incandescentes e observaram que o LED de cor verde apresentou melhora significativa na qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras. Portanto quanto melhor a qualidade de casca, menor a perda de dióxido de carbono para o ambiente, fazendo com que o albúmen se torne menos denso, preservando uma maior unidade haugh e peso médio dos ovos.

Os resultados referentes porcentagem de gema (%G), porcentagem de albúmen (%A) e porcentagem de casca (%C) de ovos de codornas japonesas expostas a iluminação artificial com LED de diferentes cores estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Valores médios dos componentes (% gema, % albúmen e % casca) de ovos de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com LED de diferentes cores

<b>Tratamentos</b>	<b>%Gema</b>	<b>%Albúmen</b>	<b>%Casca</b>
T1 - Verde	28,821	56,89 <sup>a</sup>	14,29
T2 - Vermelho	29,475	55,88 <sup>ab</sup>	14,72
T3 - Fluorescente	29,194	55,230 <sup>b</sup>	15,55
T4 - Azul	28,286	56,272 <sup>ab</sup>	15,43
<b>CV(%)</b>	3,61	1,76	6,03
<b>p-value</b>	0,182	0,055	0,078

Médias na mesma coluna, seguida de letras diferentes, diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05)

Os dados revelaram efeito significativo (p<0,05) para % de albúmen, onde as codornas expostas a iluminação artificial com LEDs verdes apresentam maior porcentagem de albúmen do que aves expostas a iluminação PL compacta fluorescente. Segundo ROCHA (2008), as aves têm recepção de cores e respondem fisiologicamente quando a luz é produzida por raios no final do espectro, como laranja e vermelho (que possuem um poder de penetração transcraniana 1000 vezes maior que as cores do início do espectro e exercem, portanto, nas condições usuais, um poder estimulante mais elevado, produzindo maior quantidade de hormônios reprodutivos que possivelmente possa ter maior produção de albúmen.

Por outro lado, Rozenboim et al. (1998), ressalta que a produção de ovos pode ser adversamente afetada pela exposição das aves de postura à luz com um comprimento de onda de 880 nm (infravermelho), onde tal fato possa estar relacionado

com os valores superiores ( $p < 0,05$ ) de % de albúmen para LEDs verdes quando comparadas com as PL compactas fluorescente, uma vez que a cor branca é uma mistura homogênea de todas as cores, resultando a menor liberação de hormônios para formação dos componentes dos ovos.

## **CONCLUSÕES**

As lâmpadas de LED de diferentes cores não afetaram o desempenho e o desenvolvimento reprodutivo de codornas japonesas, podendo assim ser aplicada na criação de codornas de postura.

Lâmpadas fluorescentes apresentam um aumento no peso médio dos ovos de codornas japonesas.

O diodo emissor de luz de diferentes cores (vermelho, azul e verde) pode ser empregado como fonte de iluminação artificial para codornas japonesas

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, W.A.G.; ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C.; GODOY, M.J.S. **Avicultura Industrial**. Revista CFMV, n. 52, 2011.

BICAS, H. E. A. **Morfologia do sistema visual**. Medicina, Ribeirão Preto, v.30, p. 7-15, 1997.

BORILLE, R.; GARCIA, R. G.; ROYER, A. F. B.; SANTANA, M. R et al. The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. *Revista Brasileira de Ciência Avícola / Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 15, p. 135-140, 2013.

CAMPOS, E.J. **O Comportamento das Aves**. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v.2, n.2, p.93-113, 2000.

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*, College Station, v.91, n.12, p.3013-3018, 2012.

CERVI M. Semiconductor Lighting System Controlled Through a Lin Network to Automotive Application. Industry Applications Conference IAS 2005.

CERVI, M. **Rede de iluminação semicondutora para aplicação automotiva**. Santa Maria, 2005. 106p. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

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*, Gainesville, v.17 n.2, p.211-218, 2008.

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

ER, D.; WANG, Z.; CAO, J.; CHEN, Y. Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. 2007 Poultry Science Association, Inc. **The Journal of Applied Poultry Research**. Winter 2007. vol. 16 no. 4 605-612. 2007.

ERNST, R. A.; MILLAM, J. R.; MATTHEW, F. B. **Review of lifehistory lighting programs for commercial laying fowls**. *World's Poultry Science Journal*, Cambridge, v.43, p.44-55, 1987.

ETCHES RJ. Reproducción aviar. Zaragoza: Acribia 1996, p.339.

ETCHES, R. J. Estímulo luminoso na reprodução In: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. *Fisiologia da reprodução de aves*. Campinas, 1994.

GEWEHR, C. E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*)**. Lavras, 2003. 81p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2003.

GEWEHR, C. E.; OLIVEIRA, V.; ROSNIECEK, M.; FOLLMANN, D. D.; CEZARO, A. M. **Programas de iluminação para poedeiras semi-pesadas.** Biotemas, Florianópolis, v.1, n.25, p.151-157, 2012.

GEWEHR, C.E & FREITAS, H.J. Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 2007; 6 (1): 54-62.

GOVARDOVSKII, V.I.; ZUEVA L.V. **Visual pigments of chicken and pigeon.** Vision Research, Oxford, v.17, n.4, p.537-543, 1977.

HART,N.S.; PARTRIDGE, J.C.; CUTHILL, I.C. **Visual pigments, cone oil droplets, ocular media and predicted spectral sensitivity in the domestic turkey (*Meleagris gallopavo*).** Vision Research, Oxford, v.20, n.39, p.321-3328, 1999.

JÁCOME, I.M.D.T.; BORILLE, R.; ROSSI, L.A.; RIZZOTTO, D.W.; BECKER, J.A.; SAMPAIO, C. DE F.R. desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. *Archivos Zootecnia*. 61 (235): 449-456. 2012.

MELO, L. M.; MURGAS, L. D. S.; OLIVEIRA, B. L.; ZANGERÔNIMO, M. G. **Utilização de programas de iluminação contínuo e intermitente em codornas (*Coturnix coturnix*).** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBZ, 2006.

MENDES, A. S.; REFFATI, R,RESTELATTO, R.; PAIXÃO, S. J. Visão e iluminação na avicultura moderna. *Revista Brasileira Agrocência*, 2010.

MOREIRA, M. C. **Utilização de conversores eletrônicos que alimentam LEDs de alto brilho na aplicação em tecido humano e sua interação terapêutica.** 2009, 190p. Tese (Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

OSRAM GmBH. Osram do Brasil, Website. Disponível em: <<http://www.osram.com.br>> Acesso em: 09 maio 2013.

PINTO, R. 1998. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. Dissertação (Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 64 f.

PRESCOTT, N. B.; WATTES, C. M. **Spectral sensitivity of the domestic fowl.** British Poultry Science, Edinburgh,v.40, n.3, p. 332-339, 1999.

RIERSON, R. D. **Broiler preference for light color and feed form, and the effect of light on growth and performance of broiler chicks.** Manhattan Kansas, 2011. 71p. MASTER OF SCIENCE ( Department of Animal Sciences and Industry College of Agriculture), Manhattan Kansas, 2008.

ROCHA, D. C. C. Características comportamentais de emas em cativeiro submetidas a diferentes fotoperíodos e diferentes relações macho:fêmea, [Tese de Doutorado] Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Viçosa MG. 2008.

ROZENBOIM, I.; ZILBERMAN, E.; GVARZYAHU, G. **New monochromatic light source for laying hens.** Poultry Science, College Station, v.77, n.11, p.1695–1698, 1998.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; XAVIER, E. G.; ROLL, V. F. B.; ROSSI, P. Avanços da fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. Revista Brasileira de Reprodução Animal, Belo Horizonte, v.31, n.3, p.307-317, 2007.

SECHINATO, A.S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v.43, p.159-166, 2006.

SILVA, R. B. **Modulação *in vivo* dos receptores A1 de adenosina em retinas de embrião de galinha.** 2010. 113p. Dissertação (Mestre em neurociências), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.