



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**JOSÉ ROBERTO BARBOSA BRAZ**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CODORNAS JAPONESAS (*COTURNIX  
COTURNIX JAPONICA*) SUBMETIDAS A AMBIENTES COM DIFERENTES  
ESPECTROS DE LUZ**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2014**

**JOSÉ ROBERTO BARBOSA BRAZ**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CODORNAS JAPONESAS (*COTURNIX  
COTURNIX JAPONICA*) SUBMETIDAS A AMBIENTES COM DIFERENTES  
ESPECTROS DE LUZ**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.**

**Orientador: Professor Dr. Dermeval Araújo Furtado.**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2014**



B827p Braz, José Roberto Barbosa.  
Produção e qualidade de codornas japonesas  
(*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a ambientes com  
diferentes espectros de luz. / José Roberto Barbosa  
Braz. - 2014.

73 f.

Orientador: Prof. Dr. Dermeval de Araújo Furtado.  
Tese de Doutorado - (Programa de Pós-graduação em  
Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina  
Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Coturnicultura de postura. 2. Codornas  
japonesas - produção. 3. *Coturnix coturnix japonica*. 4.  
Bioclimatologia animal - codornas. 6. Construções  
rurais e ambiência. 7. Ambiência em instalações  
pecuárias. 7. Conforto térmico - codornas. 8.  
Tecnologia de iluminação - produção de codornas.  
Lâmpada LED - bioclimatologia. I. Furtado, Dermeval de  
Araújo. II. Título.

CDU:636.03(043.3)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**JOSÉ ROBERTO BARBOSA BRAZ**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CODORNAS JAPONESAS (*COTURNIX  
COTURNIX JAPONICA*) SUBMETIDAS A AMBIENTES COM DIFERENTES  
ESPECTROS DE LUZ**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Professor Dr. Dermeval de Araújo Furtado.  
Orientador – UAEA/CTRN/UFCG**

---

**Professora Dra. Fernanda Fernandes de Melo.  
Examinador Externa – CCT/UFCG**

---

**Pesquisador Dr. Cleber Franklin Santos de Oliveira.  
Examinador Externo – UFPB**

---

**Professor Dr. José Pinheiro Lopes Neto.  
Examinador Interno – UAEA/CTRN/UFCG**

**Trabalho aprovado em: 27 de fevereiro e 2014.**

**CAMPINA GRANDE – PB**

## RESUMO

A codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) é criada para produção de ovos. A pesquisa objetivou avaliá-las quanto aos estímulos dos espectros luminosos da cor branca, azul e vermelha, de lâmpadas do tipo LED, sobre a produção e a qualidade dos ovos. O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente - UFCG, utilizando-se 387 codornas japonesas na fase de postura. As variáveis bioclimáticas monitoradas foram temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e sete repetições das análises num intervalo de 14 dias. Os dados foram analisados pelo Statistical Analysis System utilizando-se o teste de Tukey ( $P > 0,05$ ) para comparação de médias. A temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram de 26,7°C e 71,5% respectivamente, o índice de temperatura e globo negro variou de 73,43 a 75,93 e carga térmica radiante variou de 441,62, a 470, 74,96. O consumo de ração foi de 29,08g a 29,39g e a conversão alimentar de 401,39g a 481,91g por dúzia de ovos produzidos. A massa do ovo foi de 13,17g na branca, 12,99g na vermelha e 12,96 na azul. Nos parâmetros qualitativos dos ovos a gravidade específica variou de 1,08 g/ml na Led branca a 1,07g/ml na vermelha, a unidade haug foi de 89,38 na branca e de 89,15 na vermelha, a espessura da casca foi de 0,34mm nas brancas e azul e 0,33mm na vermelha e o índice de gema variou de 0,45 nas branca e azul e de 0,48 na vermelha; o peso do albúmen foi de 8,13g na branca e de 7,56g na vermelha; o (PG) obtido na branca foi de 3,64g e na vermelha 3,93g; o peso da casca na vermelha foi 1,10g e na azul foi de 1,02g. A percentagem de albúmen, gema e casca variou de 62,50 a 60,05; 28,86 a 31,18; 8,32 a 8,64 respectivamente. Os valores médios da resistência à compressão longitudinal variaram de 12,83N na branca a 15,14N e na branca 12,83N; Na resistência no sentido transversal foi de 14,93N nas brancas e vermelhas e de 14,11N na azul, concluímos que essas aves podem ser criadas com estas lâmpadas, pois não houve efeito significativo.

**Palavras-Chave:** Coturnicultura de postura; Tecnologia de iluminação; lâmpada LED

## ABSTRACT

The Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) is created for egg production. The research aimed to evaluate them as to stimuli of light spectra of white, red and blue, lamp type LED on production and egg quality. The project was developed in the Laboratory of Rural Buildings and Ambience - UFCG, using 387 of the Japanese quail strain in laying phase. Bioclimatic variables were monitored air temperature, relative humidity and black globe temperature. The experimental design was a completely randomized design with three treatments and seven replications of the analysis in an interval of 14 days. Data were analyzed using Statistical Analysis System using the Tukey test ( $P > 0.05$ ) for comparison of means. The ambient relative humidity and air temperature were 71.5% and 26.7 °C respectively, the index of temperature and black globe ranged from 73.43 to 75.93 and radiant heat load varied from 441.62 to 470, 74, 96. Feed intake was 29.08 g to 29.39 g and feed conversion of 401.39 g to 481.91 g per dozen eggs produced. The egg mass was 13.17 g in white, 12.99 and 12.96 g in red on blue. In the quality parameters of eggs ranged specific gravity of 1.08 g/ml in the white LED 1.07 g/ml in red, the haug unit was 89.38 89.15 in white and in red, the thickness of the shell was 0.34 mm in white and blue, and 0.33 mm in red and yolk index ranged from 0.45 in white and blue and 0.48 in red; albumen weight was 8.13 g in white and 7, 56g in red, the (PG) obtained in white was 3.64 g and 3.93 g in red; shell weight was 1.10 g in red and blue was 1.02 g. The percentage of albumen, yolk and shell ranged from 62.50 to 60.05, 28.86 to 31.18, 8.32 to 8.64 respectively. The average values of resistance to longitudinal compression ranged from 12.83 to 15.14 N in white and white N 12.83 N; in resistance in the transverse direction was 14.93 N in white and red and blue in N 14.11, we conclude that these birds can be created with these lamps, as there was no significant effect.

**Keyword:** Coturnicultura posture; lighting technology, LED lamp

## 1.INTRODUÇÃO

Duas linhagens de codornas são predominantemente criadas no Brasil, sendo a *Coturnix coturnix japonica* para produção de ovos e a *Coturnix coturnix coturnix*, de origem europeia, utilizada para produção de ovos e carne. A segunda linhagem produz ovos maiores, porém, com menor conversão alimentar do que a primeira. Os resultados são animadores, onde o menor tempo do ciclo reprodutivo as torna disponibilizadas para o mercado, aves com boa eficiência alimentar, com carcaça de alta qualidade e maior produção de ovos.

Fatores como pequena exigência de espaço, baixo consumo de ração, pequeno intervalo de geração, maturidade precoce e alta taxa de crescimento inicial favorecem a caracterização da codorna como uma ave excelente, tanto para produção de carne como para produção de ovos em diferentes regiões do Brasil.

O efetivo de codornas segundo o IBGE (2010) foi de 13,0 milhões de unidades, apresentando aumento de 131% com relação ao registrado em 2009. A região Sudeste é a maior produtora nacional de codornas, independentemente da finalidade, seja para produção de carne ou de ovos.

Na Paraíba, a criação de codornas é uma atividade econômica que vem crescendo e se destacando, uma vez que em 2008 a Paraíba ocupava o 4º lugar (7,43%) em produção de ovos no Nordeste e em 2009 passou a ocupar o 3º lugar (9,17%), com um incremento de 1,74% (IBGE, 2009).

Sistemas artificiais de iluminação têm sido idealizados para melhorar o ganho de peso, controlar a idade para a maturidade sexual e aumentar a produção de ovos em poedeiras e matrizes, porém, no Brasil, poucos pesquisadores têm dado a devida atenção ao estudo deste tema. Os produtores de ovos utilizam no seu manejo de luz o sistema total diário, que quanto mais luz for fornecida às poedeiras, melhor será o desempenho das aves. No entanto, o estabelecimento de programa de luz eficiente pode proporcionar redução de 60% até 90% da energia elétrica e também contribuir para o aumento dos lucros no setor.

Para aves de postura é importante o fornecimento da luz artificial nos programas de iluminação, aumentando o fotoperíodo e estimulando a produção de ovos, considerando que as aves são induzidas a estimulação pela luz. Porém se esta técnica de

iluminancia não for adequada a este tipo de criação, os índices produtivos decrescerão, podendo haver prejuízos.

A intensidade luminosa, a distribuição, a cor e a duração da luz afetam o desempenho e o bem-estar do lote. O posicionamento adequado das fontes de luz e sua distribuição estimulam as aves a procurar alimento, água e calor durante a fase de postura. Durante a fase de crescimento, a iluminação pode ser útil para moderar o ganho de peso e aperfeiçoar a eficiência da produção e a saúde do lote.

O ovo da codorna é o produto final de uma série de processos complexos, sendo ele um dos alimentos mais completos, uma vez que possui elevado teor de proteína, além de lipídeos, minerais e vitaminas. Devido ao seu tamanho, a sua aceitação pelas crianças, adolescentes e adultos e as maneiras inteligentes de apresentação nas redes principalmente *self service*, dos ovos processados (conserva), tem aumentado a demanda alavancando a sua produção. Aproximadamente 28% dos ovos de codornas consumidos são em conserva, 71 % *in natura* e apenas 1% de outras formas de consumo (Moraes, 2010).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas quanto aos efeitos da luz LED com espectro da cor branca, espectro da cor azul e espectro da cor vermelha.

#### **2.1.2. Específicos**

- a) Avaliar o efeito dos espectros de luz nas cores branco, azul e vermelho no desempenho e qualidade ovos de codornas;
- b) Avaliar os índices bioclimáticos no interior do galpão e correlacionar com a produção;
- c) Avaliar a qualidade e a resistência à compressão da casca dos ovos no sentido longitudinal e transversal.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1. Estatísticas da coturnicultura**

A produção de ovos de codorna no Brasil esteve estagnada até 2002, onde a produção era da ordem de 2,8 milhões de caixas de ovos por ano, sendo que a partir deste ano os incrementos anuais foram da ordem de 5% até 2006, e a partir deste, o aumento foi mais significativo (7 a 8%), o aumento da produção seguiu o aumento da demanda de consumo de ovos, que se deve ao melhor conhecimento da qualidade do produto aliado ao aumento no processamento, resultando em melhor distribuição e maior facilidade ao acesso do produto (Bertechini, 2010).

Comparando-se o consumo de ovos de galinhas com o de codornas, se tem a ingestão anual de 7280 gramas (140 ovos/ano) para os de galinha e apenas 140 gramas (14 ovos/ano) para o de codornas, representado 1,9% apenas em relação ao total consumido, estes dados indicam grande espaço para o crescimento do consumo dos ovos de codornas (Bertechini, 2010).

Os alojamentos de codornas de postura estão concentrados no Sudeste do Brasil, sendo que nesta região os estados de São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais, representam mais de 51% de todo o alojamento brasileiro (Bertechini, 2010).

#### **3.2. Perspectivas da coturnicultura**

A coturnicultura se apresenta atualmente como atividade estável com boas perspectivas de incrementos nos próximos dez anos. Considerando o crescimento obtido nos últimos cinco anos, o consumo ainda incipiente de ovos de codornas, o desenvolvimento tecnológico do setor, as possibilidades concretas de exportação e o crescimento demográfico, pode-se informar que no Brasil em 2020, estarão alojadas mais de 36 milhões de aves, permitindo um consumo per capita da ordem de 30 ovos por ano. Por outro lado, é preciso mais estudos em todos os níveis da coturnicultura, e, em especial quanto aos aspectos de sanidade, que ainda existem muitas dúvidas (Bertechini, 2010).

De acordo com Togashi et al. (2008), cerca de 84% dos produtores iniciam a criação com a aquisição de codornas de um dia de idade, realizando todo o ciclo de vida

dentro da própria granja, isto é, fazem a cria e cria das aves e as utilizam na fase de postura sem a necessidade de intermediários na criação. Quando bem realizado, este tipo de manejo torna-se benéfico à criação, visto que é possível realizar todo o manejo adequado na criação inicial das aves, reduzindo problemas futuros na fase de postura, além de reduzir o custo com a aquisição de aves recriadas.

A produção de ovos de codornas no Brasil foi de 232,4 milhões de dúzias no ano de 2010, tendo apresentado aumento de 20,8% da produção em relação ao ano de 2009 e do ponto de vista econômico foi positivo de 19% (IBGE, 2010).

A criação de codornas vem se desenvolvendo como uma atividade industrial, e esse desenvolvimento ocorre principalmente devido à introdução de instalações mais apropriadas, novos equipamentos, galpões automatizados e climatizados, novas linhas de matrizes que possibilitam maior produtividade dos plantéis (Gomes, 2006).

As codornas apresentam características fisiológicas muito semelhantes a das galinhas, e por isso, geralmente são submetidas às mesmas práticas de manejo, obtendo-se bons resultados. Em aves de postura, é conhecida a função da luz artificial nos programas de iluminação, aumentando o fotoperíodo e estimulando a produção de ovos, considerando que as aves são responsivas a estimulação pela luz.

Tendo pela frente, um mercado cada vez mais exigente e competitivo, atualmente inserido numa consciência sustentável, justifica-se o emprego de tecnologias que inserem em seus produtos um menor custo de produção com vistas à sustentabilidade e sendo assim, tornam-se necessários estudos que modifique e atualize os setores avícolas, viabilizando a competitividade da produção.

### **3.3. Importância da luz para as aves**

A iluminação artificial é uma ferramenta de manejo fundamental para a avicultura de postura, pois melhora a produção, e pode afetar diretamente a idade da maturidade sexual e a taxa de ovulação, exerce ainda melhorias na produção e qualidade de ovos de poedeiras comerciais (Santana, 2012). Para Freitas et al. (2005) o programa ideal de iluminação é aquele que maximiza a produção e reduz o consumo de ração e gasto de energia elétrica.

A energia elétrica oriunda de recursos naturais está cada vez mais escassa, e os sistemas de produção estão se atentando a tecnologias que visam racionalizar o uso da

energia, preservando os recursos naturais e buscando um desenvolvimento sustentável (Gewehr & Freitas, 2007). Atualmente, o uso de tecnologias como Diodo Emissor de Luz (LED) está ganhando espaço no mercado, pois as lâmpadas de LED apresentam vida útil 70 vezes maiores que as lâmpadas incandescentes, que são mais comumente utilizadas (Bona, 2010).

A utilização de LED apresenta vantagem no sistema de produção avícola, pois além da redução do consumo de energia, também pode ser adaptado em relação à curva de sensibilidade espectral (visão) das aves, fornecendo uma fonte de luz que emita raios de luz mais apropriados para as aves (Prescott & Wathes, 2001).

Borille et al (2010) utilizando-se de três cores de LED (branco, azul e laranja) em comparação a lâmpadas incandescentes usuais na produção e qualidade de ovos de codornas japonesas demonstraram que, no sistema de iluminação artificial para codornas de postura, podem-se utilizar os LED como fonte de luz, em qualquer uma das cores testadas, em substituição as lâmpadas incandescentes, uma vez que a qualidade dos ovos e a produção não foram afetadas pelas mudanças propostas. Esta interferência na produção e na qualidade dos ovos pode ser proveniente do tipo de espectro visível emitido por cada lâmpada (Eret al., 2007).

Rizzotto et al. (2011), utilizando programas de iluminação com mangueiras luminosas de quatro cores (amarelo, vermelho, azul e verde) para codornas japonesas não encontraram diferença entre os tratamentos para as variáveis altura de albúmen e unidade Haugh. Freitas et al. (2010), trabalhando com três programas de luz utilizando lâmpadas incandescentes obtiveram resultados semelhantes, mostrando que nenhum dos tratamentos influenciou para a altura de albúmen e unidade Haugh. Gewehr et al.(2005) avaliaram a qualidade de ovos de codorna utilizando programas de iluminação contínuos e intermitentes não observaram diferenças para peso do ovo e peso específico dos ovos.

### 3.3.1. Percepção da luz

A luz é percebida pelas aves graças a fotorreceptores que transformam a energia contida nos fótons em sinais biológicos. No olho, a energia dos fótons é transformada pelos pigmentos fotossensíveis contidos nos cones e bastonetes e transmitida pelos neurônios até o cérebro, onde o sinal é integrado em uma imagem (Jácome, 2009).

A luz que incide sobre a retina e atinge áreas associadas do cérebro, representadas pela glândula pineal, pelo hipotálamo e pelos fotorreceptores. Em 1930 o francês Jacques Benoit constatou que a via mais importante na percepção da luz, no estímulo luminoso à reprodução, é a via transcraniana, assim, aves desprovidas da visão também são influenciadas pela luminosidade por via transorbitária ou craniana. As aves respondem mais ao estímulo luminoso quando a iluminação é produzida por raios do final do espectro, como o roxo e o alaranjado, produzindo mais hormônios reprodutivos (Araújo, 2011).

A energia contida nos fótons presentes na luz e transformada em estímulos nervosos que regulam o ritmo circadiano, também chamado de biorritmo (representa o controle fisiológico das atividades metabólicas do indivíduo através da luz), coordenando eventos bioquímicos e comportamentais que influenciam no desempenho das galinhas. A resposta aos estímulos da luz é periódica e esse período se denomina fase fotossensível, Quando a ave recebe o primeiro estímulo luminoso (natural ou artificial), o relógio circadiano é ativado, a sensibilidade foto periódica é máxima entre 10 e 15 horas, após esse período, a ave se torna foto refratária, podendo-se concluir que foto períodos curtos não atingem a fase fotossensível, enquanto dias longos tem essa capacidade, coordenando, dessa forma, a postura (Sauveur, 1996).

As aves distinguem um dia curto de um dia longo e esse é o motivo principal da ocorrência de migração na natureza. O dia mais curto do hemisfério sul, 21 de junho, é conhecido por solstício de inverno, e o mais longo, 21 de dezembro, por solstício de verão. Entre o solstício de inverno e o de verão, os dias tem luminosidade crescente, o que estimula a maturidade sexual. De modo contrário, a partir de solstício de verão, o fotoperíodo diminui, os dias se tornam mais curtos, inibindo o ciclo reprodutivo da galinha (Freitas, 2003).

Segundo Macari et al.(1994) 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 nas células granulosas do folículo ovariano, estimulando a produção de andrógenos e de estrógenos pelos folículos pequenos e a produção de progesterona pelos folículos pre-ovulatórios maiores.

Dias curtos não estimulam a secreção adequada de gonadotrofinas, porque não iluminam toda a fase fotossensível. Dias mais longos, entretanto, fazem a estimulação e, desse modo, a produção de LH é iniciada. Esse mecanismo neuro-hormonal controla as funções reprodutivas, comportamentais e as características sexuais secundárias, a hierarquia folicular é a responsável direta pela intensidade e persistência da postura (Araújo, 2011).

### **3.3.2. Fontes de lâmpadas**

O sistema luminotécnico avançou com o advento de novas tecnologias em substituição a lâmpada incandescente original: a lâmpada mista, que tem a propriedade da instalação ser idêntica a incandescente; a lâmpada de vapor de mercúrio, uma evolução da mista; a lâmpada fluorescente, que revolucionou por longo período os métodos de iluminação e passou por inúmeras transformações; as lâmpadas de vapor de sódio, estas utilizam equipamentos auxiliares para partida (Bona, 2010).

A escolha do tipo de lâmpada vai depender de inúmeros fatores, tais como: custo, durabilidade, manutenção e eficiência. Em termos práticos nos aviários, são empregadas lâmpadas incandescentes e fluorescentes. Apesar do custo inicial elevado, as lâmpadas fluorescentes são superiores as incandescentes em virtude das inúmeras vantagens que oferecem, como maior intensidade e durabilidade, menor manutenção, menor gasto de energia (Araújo et al., 2011).

Ao se utilizar um programa de iluminação adequado e um número correto de lâmpadas para o ambiente, não haverá diferenças no desempenho dos animais. Contudo o consumo de energia pode diferir. Comparando o emprego de lâmpadas fluorescentes e incandescentes em programas de iluminação para reprodutores pesados, Campos, (2000) não observou diferença devido ao baixo raio de alcance desse tipo de

iluminação. Outro inconveniente é a baixa vida útil da lâmpada incandescente, que é de 750 a 1.000 horas.

### **3.3.2.1. Lâmpada Fluorescente**

A lâmpada fluorescente branca convencional não é indicada, devido a grande variação de intensidade. Esse tipo de lâmpada tem a sua máxima eficiência quando a temperatura do ar está entre 21°C a 27°C, fora desses patamares, sua eficiência é significativamente positiva no peso do ovo, percentagem de eclosão, percentagem de fertilidade e percentagem de ovos incubáveis, (Araújo et al., 2010)

A utilização desse tipo de lâmpada implica em maior custo de instalação, no entanto, resulta em menor consumo de energia (70% a menos). Como vantagem tem-se a durabilidade da lâmpada, sendo 8 a 10 vezes maior que a incandescente, entretanto não podem ser utilizadas com reostatos (dimmer: regula a intensidade da luz). Devido ao seu maior raio de alcance, essas lâmpadas podem ser instaladas em alturas superiores (1,70 a 2,0 m) sem comprometer a eficácia da iluminação (Araújo et al., 2011).

## **3.4. Características de cada fonte de lâmpada**

### **3.4.1. Lâmpadas incandescentes**

As lâmpadas incandescentes são formadas por um bulbo de vidro transparente ou leitoso, a maior parte da emissão não é visível, somente produz calor, com 85% de perdas em forma de energia térmica. (Bona, 2010).

No processo de fabricação do invólucro de vidro é produzido vácuo; nele, é inserido um gás inerte para evitar que seu filamento de tungstênio, ao ser percorrido pela corrente elétrica, se danifique rapidamente (Bona, 2010).

Apesar de apresentar menor custo de instalação, esse tipo de lâmpada necessita de refletores (pratos de plásticos ou metal louçado). A fim de aumentar a eficiência das lâmpadas em 50%, deve-se utilizar refletor do tipo plano para não direcionar o foco da luz, e assim potencializar a dispersão do foco luminoso, a altura deve ser baixa devido ao baixo raio de alcance desse tipo de iluminação (Araújo et al., 2011).

### **3.4.2. Lâmpadas com Vapor de mercúrio**

Essas lâmpadas podem ser instaladas a mais de 3m de altura, a fim de melhorar a distribuição da luz. Porém, mesmo instaladas respeitando esses detalhes, a distribuição da luz geralmente não é uniforme, sendo necessária a complementação com luz incandescente para que não ocorram zonas escuras (Araújo, 2011).

Para Araújo et al. (2011), outra alternativa seria a colocação de 3 linhas de lâmpadas, aumentando o custo inicial de instalação. Sua eficiência é semelhante a fluorescente, tendo vida útil semelhante a esta (24.000h), comparando-se as fluorescentes, possui maior estabilidade luminosa em função da temperatura ambiente. Entretanto, essas lâmpadas requerem vários minutos para serem ligadas novamente quando há falta de energia. Para esse tipo de instalação são requeridos reatores a prova d'água a fim de evitar incêndios.

### **3.4.3. Lâmpadas mistas**

Estas lâmpadas, ao mesmo tempo incandescentes e a vapor de mercúrio, são constituídas de um tubo descarga de mercúrio, ligada em série com um filamento de tungstênio. Este filamento, além de funcionar como fonte de luz, age como resistência, limitando a corrente da lâmpada (Araújo et al., 2011).

São as lâmpadas mais utilizadas na avicultura, com potência de cerca de 160 watts, possuem características intermediárias entre as lâmpadas fluorescentes e as de mercúrio, possuem grande durabilidade como as fluorescentes e as de mercúrio, entretanto consomem maior quantidade de energia que estas, a lâmpada mista possui melhor distribuição de luz que as de mercúrio, porém, a exemplo destas, demoram a reacender após quedas de luz ou flutuação na tensão elétrica (Araújo et al., 2011).

### **3.4.4. Lâmpadas de LED**

O uso desse tipo de lâmpada na avicultura é recente, tem-se proposto esse tipo de iluminação em avicultura. LED é a sigla em inglês para Diodo Emissor de Luz, material semicondutor com o qual se fabricam tais lâmpadas.

Quando uma corrente elétrica percorre esse diodo, ele é capaz de emitir luz. A vantagem dessas lâmpadas em relação às demais é que consome menos energia, cerca

de 80% menos energia que as incandescentes e duas vezes mais eficientes que as fluorescentes, durando muito mais tempo. Entretanto, sua potência e emissão de luz são bastante reduzidas, equivalentes às lâmpadas de 40 watts. Assim, seriam necessárias várias lâmpadas para substituir a iluminação convencional, instaladas bem próximas as aves, aumentando bastante os custos de instalação (Araújo, 2010).

A conversão completa para a tecnologia LED diminuiria em até 50% as emissões de CO<sub>2</sub>, a partir do uso de energia elétrica para iluminação, em pouco mais de 20 anos (Araújo et al., 2011).

A busca por novas tecnologias de iluminação, associado a grande vida útil deste componente eletrônico, estimulou o desenvolvimento de sistemas de iluminação a LED, cujas primeiras aplicações deram-se na substituição das lâmpadas dicróicas e de halogênio, na iluminação localizada. Este processo, iniciado na última década do século passado, foi mais uma etapa de desenvolvimento de tecnologias de iluminação (Bona, 2010).

Dependente da sua aplicação à tecnologia de LED pode ser viável, principalmente em termos de vida útil, resistência a choques e vibrações mecânicas e pelo fato de não possuir gás ou filamentos em seu interior (Cervi et al., 2005).

### **3.5. Importância econômica da atividade de postura**

A coturnicultura foi considerada como atividade alternativa para pequenos produtores, entretanto, em função do potencial dessas aves para a produção de ovos e carne e da possibilidade de diversificação da comercialização desses produtos, a exploração comercial de codornas cresceu e se encontra em expansão. Por exigir investimento e mão de obra menor que outras culturas e aliados às excelentes qualidades produtivas das aves, esta atividade tem despertado grande interesse de produtores, empresas e pesquisadores (Murakami & Garcia, 2006).

Silva et al. (2009) afirmam ainda que a codorna é uma excelente alternativa para alimentação humana, pois pode ser utilizada tanto para a produção de ovos como para a produção de carne, é aceita universalmente por ser um produto de excelente qualidade e rica em aminoácidos essenciais.

Oliveira, (2007), baseado em dados do IBGE, observou que nos últimos anos houve aumento significativo da produção de ovos, sem grandes variações no tamanho do rebanho de codornas.

A coturnicultura tem apresentado nos últimos anos um desenvolvimento bastante acentuado nos últimos tempos e os principais fatores que contribuíram para isso são: o excepcional sabor exótico do ovo, responsável por iguarias finas e sofisticadas, o baixo custo de implantação uma pequena criação, podendo tornar-se fonte de renda dos pequenos produtores rurais, e do lado técnico-econômico, torna-se ainda mais atrativa, ao verificar-se o rápido crescimento e alcance da idade de postura, a elevada prolificidade e o pequeno consumo de ração, a rentabilidade está em torno de 8% a 10% do capital investido durante o ano todo, porque há época em que a atividade gera lucro e há época em que pode ocorrer prejuízo. É importante observar a escala de produção, pois o maior volume torna a atividade mais lucrativa (Moraes & Ariki, 2009).

### **3.6. Qualidade dos ovos de codorna**

O aumento do consumo de ovos com conseqüente utilização de seus benefícios nutricionais pela população depende da qualidade do produto oferecido ao consumidor. Esta qualidade é determinada por uma série de características que podem influenciar o seu grau de aceitabilidade no mercado e agregar preço ao produto (Freitas et al., 2011).

O desempenho produtivo das aves pode ser influenciado por fatores genéticos, nutricionais, de manejo, de densidade, de alojamento e do ambiente, entre outros. Silva & Costa (2009) citam que o consumo diário de ração das codornas aumenta com a idade, o frio e a menor densidade energética da ração e diminui com o aumento da temperatura ambiente, com a densidade e o tipo de alojamento das aves.

A codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) é uma das mais precoces e produtivas aves, pois inicia sua postura por volta do 40º dia de idade, produzindo em média 300 ovos no seu primeiro ano de vida, dispendendo de pequenos espaços para grandes populações, grande longevidade em alta produção (14 a 18 meses); baixo investimento e, conseqüentemente, o rápido retorno financeiro (Pinto et al. 2002, Moura et al. 2008). É uma das atividades que mais tem despertado a atenção e o interesse de pesquisadores da área avícola no sentido de desenvolver trabalhos que

venham contribuir para maior aprimoramento e fixação desta exploração como atividade lucrativa nas diferentes regiões. (Araujo et al., 2007).

Pesquisas que possam determinar as reais exigências nutricionais de codornas de postura, visando um desempenho satisfatório tornam-se importantes, visto que essas aves possuem características anatômicas, fisiológicas e comportamentais diferentes das galinhas poedeiras comerciais, o que lhes conferem necessidades nutricionais diferenciadas (Rostagno et al. 2011), tornando o balanceamento das dietas um presente desafio (Moura et al. 2008).

Porém, o aumento do consumo de ovos com conseqüente utilização de seus benefícios nutricionais pela população depende da qualidade do produto oferecido ao consumidor, esta qualidade é determinada por uma série de características que podem influenciar o seu grau de aceitabilidade no mercado e agregar preço ao produto (Freitas et al., 2011).

De acordo com Alleoni & Antunes (2001), as medidas da qualidade dos ovos são realizadas para descrever as diferenças na produção de ovos frescos, devido a características genéticas, das dietas e aos fatores ambientais, aos quais as aves são submetidas, ou ainda para descrever a deterioração na qualidade do ovo durante o período de armazenamento.

De acordo com Albino & Barreto, (2003) o ovo de codorna representa 6% do peso corporal, enquanto o da galinha apenas 3%, o que significa que a codorna é mais eficiente na produção de ovos, Silva & Costa, (2009) informam que o ovo de codorna tem menor proporção de cascas (8%) versus (10%) galinhas, que são mais finas e menos resistentes que as cascas de ovos de galinhas.

Albino & Neme, (1998) comentam que os ovos de codornas apresentam varias características estruturais e biofísicas diferentes dos ovos de galinha em muitos aspectos, a gema do ovo apresenta maior proporção em relação à clara quando comparada a de galinha, representando 31,6% do peso total do ovo, enquanto o albúmen e a casca correspondem a 55,7% e 12,7%, respectivamente.

O parâmetro mais usado para expressar a qualidade do albúmen é a unidade Haugh. Segundo Barbosa Filho,(2004) trata-se de uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa, sendo que, de modo geral, quanto maior o valor da unidade Haugh melhor a qualidade do ovo.

Moura et al. (2010) avaliando a qualidade de ovo de codornas japonesas dos 76 aos 160 dias de idade, em Viçosa, MG, a temperatura ambiente média de 24°C e UR 89% no interior do galpão, obtiveram valores de 12,25 11,41 7,12 4,0 e 0,96g, respectivamente para peso dos ovos, massa dos ovos, peso do albúmen, peso da gema e peso da casca. Barreto et al. (2010) estudando o desempenho produtivo de codornas em postura, também em Viçosa, MG, a TA média de 26°C e UR 81%, alimentadas com dietas contendo soja integral tostada, extrusada e micronizada em substituição parcial ao farelo de soja, observaram que a conversão alimentar, tanto para dúzia de ovos como para massa de ovos, não foram influenciadas pelas dietas.

### **3.6.1. Massa e tamanho do ovo**

A seleção de aves de postura e de corte para melhorias na produção de ovos e na reprodução não deve estar focada somente no número de ovos produzidos por ave, deve considerar também características que reflitam a qualidade dos ovos: tamanho, forma, cor, qualidade interna e resistência da casca (Pereira, 2001).

A qualidade de ovo apresenta diferenças de conceitos relacionados a produtores, consumidores e processadores. Aos produtores ela é influenciada pela resistência da casca dos ovos e pela qualidade interna. Normalmente, a qualidade de ovos é afetada por fatores genéticos, nutricionais, ambientais (temperatura), sanitários, pela idade e pelo peso dos ovos.

Além da qualidade, um aspecto quantitativo importante é o peso. A legislação brasileira exige um mínimo de peso por dúzia para cada tipo de ovos (Oliveira, 1999). Móri et al. (2005) observaram diferença significativa entre os grupos genéticos para peso dos ovos. Verificando pesos maiores para apenas dois dos quatro grupos em estudo. Os valores obtidos para peso do ovo apresentaram variação de 12,81 a 13,45 g entre os quatro grupos genéticos. Vercese (2005) trabalhando com seis temperaturas, comparando a massa dos ovos encontrou os seguintes resultados: 21 °C, 10,73 g; 24 °C, 10,59 g; 27 °C, 10,66 g; 30 °C, 10,02 g; 33 °C, 9,31 g e 36 °C, 7,08 g respectivamente.

### 3.6.2. Qualidade da casca do ovo

Um fator determinante para qualidade do ovo é descrita pela qualidade de casca, ela é considerada a embalagem do ovo, e deve esta sempre limpa, íntegra e ainda sem deformações, pois cascas resistentes protegem a parte interna. Grandes deformações no formato do ovo prejudicam o visual e ainda podem causar problemas sanitários ao animal.

A qualidade da casca tem grande importância na qualidade do ovo, sendo um dos fatores que mais tem preocupado os produtores, principalmente quando se explora a produção de ovos por mais um ciclo de postura, a espessura da casca pode variar devido a vários fatores, entre eles, a hereditariedade, já que algumas linhagens de aves produzem ovos com casca mais grossa do que outras, Estas diferenças entre aves, com relação à qualidade da casca, são definidas pela capacidade das aves de assimilar o cálcio (Oliveira, 2012).

Analisar os fatores de qualidade do produto é de suma importância para aceitação dos consumidores e entre estes fatores está a integridade da casca, cuja manutenção se faz através da adequada nutrição da ave, equilibrada em sais minerais, principalmente cálcio, seguido do fósforo e do delicado balanço de substâncias eletrolíticas para a homeostase desses minerais (Silva et al., 2012).

As propriedades mecânicas e físicas dos ovos de galinha têm sido compreensivelmente estudadas na literatura (De Ketlaereet al., 2002; Lin et al., 2004; Narushin et al., 2004). Essas propriedades físicas: espessura de casca e gravidade específica dos ovos e sua resistência a danos por choques mecânicos podem ser mensuradas assim como a sua força de ruptura, deformação específica, energia de ruptura e firmeza (Vursavus, O`zgu`ven, 2004; Altuntas & Yildiz, 2007).

Avaliações de qualidade da casca estão relacionadas com a sua força, porque quebras e perfurações são as principais causas de perda econômica. A casca do ovo pode ser quebrada devido à fratura de impacto, que ocorre devido à colisão entre ovos ou com a máquina coletora, e fraturas compressivas que estão associadas com a embalagem (Lin et al., 2004).

A casca possui inúmeras funções, bem como promover trocas gasosas entre o interior do ovo e o meio ambiente, através dos poros; evita que ocorra perda da umidade em excesso e conseqüentemente desidratação do ovo (essa função é reforçada pela

cutícula); representa uma barreira física contra bactérias, fungos e outros agentes externos; protege as partes internas do ovo; representa importante fonte de cálcio durante o desenvolvimento do embrião (Leandro et al., 2005).

### **3.7. Variáveis ambientais**

Na produção de poedeiras, o meio ambiente é de extrema importância e três fatores se destacam em sua composição: temperatura do ar, umidade relativa do ar e ventilação, sendo que as aves têm exigências diferentes conforme a idade (Biaggioni et al., 2008).

A temperatura e umidade relativa do ar interferem na produção e no bem-estar das aves, sendo necessárias que sejam monitoradas e bem manejadas, a fim de maximizar a produção, altas temperaturas afetam o desempenho dos animais reduzindo o consumo de ração e de nutrientes essenciais às funções fisiológicas, como os minerais (Araújo et al., 2007).

O ambiente do sistema de criação intensivo possui influência direta na condição de conforto e bem-estar animal, promovendo dificuldade na manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na expressão de seus comportamentos naturais, afetando o desempenho produtivo das aves (Nazareno et al., 2009).

Na avicultura moderna, o ambiente climático é um dos principais causadores de perdas na produção animal, sendo que os extremos climáticos podem gerar severas perdas na produção, devido ao estresse por calor, e as mudanças climáticas podem impactar severamente, exigindo novas abordagens na seleção genética dos animais (Nardone et al., 2006; Nääs et al., 2010).

A utilização de materiais de alto poder de reflexão e que acarretam grande amortecimento térmico é recomendável, pois a carga térmica é reduzida e a penetração de calor na edificação é retardada, favorecendo a eficiência alimentar, a produtividade, o desenvolvimento dos animais e o controle de enfermidades e parasitas (Pereira, 2007).

O estresse térmico é prejudicial às aves poedeiras, não somente pela mortalidade, mas também pela perda de condição corporal e quantidade de ovos que seriam produzidos, sendo importante que os geneticistas possam prever o impacto de fatores ambientais sobre a adaptação ao clima (Pereira et al., 2010).

De acordo com Ferreira, (2005) o clima é o conjunto de fenômenos meteorológicos que definem a atmosfera de um determinado lugar, sendo os elementos climáticos, como radiação solar, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar os agentes térmicos responsáveis pela sua diferenciação.

### **3.7.1. Temperatura do ar (°C)**

A temperatura ambiente é considerada o elemento meteorológico de maior influência sobre o ambiente físico dos animais (Baccari Júnior, 2001; Neiva et al. 2004). A temperatura ambiente (TA) e a umidade relativa do ar (UR) estão altamente correlacionadas ao conforto térmico animal, quando a TA está muito elevada (acima de 35°C), o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (Baêta & Souza, 2010).

Moura (2001) relata que a temperatura ambiente para o conforto térmico das aves só tem maior importância quando está acima de 25 °C e associada a alta taxa de umidade relativa do ar, pois nesta situação dificulta a remoção da umidade através das vias aéreas, tornando a respiração cada vez mais ofegante, assim os animais podem ter dificuldade em manter a frequência respiratória alta o bastante para remover o excesso de calor interno, levando a hipertermia, podendo levar a prostração e morte das aves.

Para máxima produtividade, os animais dependem de uma zona de conforto térmico, em que não há gasto de energia metabólica para aquecer ou esfriar o corpo. Quando a temperatura do ar encontra-se abaixo da zona de conforto, as aves aumentam a produção de calor metabólico que prejudicará a sua eficiência alimentar, já quando ocorre o contrário, a ave reduzirá o consumo de ração para diminuir a produção do calor metabólico, comprometendo o seu desempenho (Bridi,2011).Segundo Murakami & Ariki (1998) a zona de termoneutralidade para codornas na fase inicial está entre 35 a 38°C e na fase de postura entre 18 e 22°C.

### **3.7.2. Umidade relativa do ar (%)**

As aves são sensíveis ao estresse calórico quando os valores de umidade relativa do ar indicados como ideais para o conforto das aves, assim, a capacidade da codorna

em eliminar calor depende da umidade do ar, ou seja, quanto maior a umidade relativa do ar, menor será a capacidade da codorna para suportar calor (Guimarães, 2012).

Segundo Singh & Narayam (2002), o intervalo de temperatura ideal para codornas a partir da quarta semana de idade é de 21 a 25°C e a umidade relativa do ar desejada para estacriação situa-se em torno de 60%.

Albino & Barreto (2003) descrevem que a umidade relativa do ar não deve ser superior a 70%, uma vez que quando elevada facilita a proliferação de verminoses, favorece o aparecimento de micoses, diarreias, moscas, dificulta o empenamento, além de retardar o crescimento, favorecendo queda no desempenho das aves.

### **3.7.3. Radiação solar ( $W/m^2$ )**

Embora no Brasil haja grande diversidade climática, a temperatura e a intensidade de radiação são elevadas em quase todo o ano, sendo então associadas ao estresse calórico das aves, podendo ter influência quando a criação é em alta densidade, em virtude do maior número de aves no aviário e conseqüentemente maior produção de calor e estresse (Abreu & Abreu, 2011).

A radiação solar (RS) constitui uma forma sensível de troca de calor por meio de ondas eletromagnéticas, através de meio transparente entre dois ou mais pontos, que se encontram em diferentes temperaturas (Baêta & Souza, 2010), exercendo influência no processo de transferência de calor do animal para o ambiente.

Trindade et al. (2007) avaliando os índices ambientais e zootécnicos de aves depostura, no verão e inverno no semiárido paraibano, não encontraram diferença significativa na temperatura do ar, umidade relativa do ar, índice de temperatura do globo negro e umidade, carga térmica de radiação e velocidade do vento, que foram de 27,7°C; 65,1%; 75,61; 460,4  $W/m^2$  e de 0,30 m/s, respectivamente, os quais ficaram dentro da zona de conforto das aves.

### **3.7.4. Velocidade do vento (m/s)**

Segundo Nazareno (2008), a velocidade do vento influencia positivamente na condição de conforto dos animais, tendo efeito direto na sua produtividade, causando a renovação do ar no ambiente, assim, a partir do conhecimento das necessidades

ambientais das espécies, do tipo de manejo, clima local e das características das instalações, pode-se projetar o sistema de ventilação natural ou artificial para atender às necessidades de ventilação para os animais.

A ventilação é um meio eficiente de reduzir a temperatura dentro das instalações avícolas e de renovar a oxigenação do ambiente, por aumentar as trocas térmicas de convecção (Sevegnaniet al., 2001). Para Ronchi (2004) a falta de ventilação pode ocasionar aumento da umidade relativa do ar, aumento na concentração de gases tóxicos como amônia e dióxido de carbono, aumento na concentração de poeira e baixa concentração de oxigênio disponível. Ferreira (2005) recomenda que a velocidade do vento deva situar-se entre 0,2 a 3,0 m/s.

### **3.7.5. Índices de ambiente térmico**

Vários índices do ambiente térmico têm sido estabelecidos com a finalidade de expressar o conforto ou desconforto em relação às condições ambientais. Os mesmos são obtidos através das determinações de temperatura do globo negro e velocidade do vento, índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação (CTR). São exemplos de índice de conforto térmico, segundo Savastano Jr. et al. (1996), o índice de temperatura ambiente e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e a temperatura efetiva (TE).

### **3.7.6. Índice de temperatura de globo negro e umidade**

O ITU foi originalmente desenvolvido por Thom (1959) como um índice de conforto térmico humano; com essa finalidade, é empregado desde 1959 pelo U.S. Weather Bureau. Este índice tem sido usado para descrever o conforto térmico de animais, desde que Johnson et al. (1962) observaram significativas quedas na produção de leite de vacas, associadas a aumentos no valor de ITU. De acordo com Hahn (1985), um valor entre 71 e 78 é crítico; entre 79 e 83, indica perigo; acima de 83 já constitui uma emergência. Segundo esse autor, tais faixas seriam válidas para animais domésticos em geral e não apenas para vacas. Outra forma de se calcular o ITU foi proposta por Baccari et al. (1997).

O ITGU é o índice de conforto térmico mais comumente utilizado. Buffington et al.(1981) afirmaram que este é o índice mais preciso para se medir o conforto térmico para animais, pois tal medida engloba os efeitos da temperatura de bulbo seco, da velocidade do ar, da umidade e da radiação. Segundo Silva, (2005) valores acima de 84 para frangos de corte representam emergência.

A diferença entre a temperatura do globo negro e do ar reflete o efeito da radiação solar sobre o animal, sendo assim, um índice eficiente e prático na determinação do conforto térmico dos animais. De acordo com Furtado et al. (2006) o aumento da temperatura das secções da vizinhança do globo negro permite que o mesmo absorva mais calor ambiente, ocorrendo elevação da sua temperatura e consequente aumento nos valores de ITGU.

Medeiros et al. (2005) trabalhando com frangos de corte relataram que os ambientes frios apresentam temperaturas entre 16 e 20°C e ITGU entre 59 e 67, os ambientes confortáveis temperatura de 26°C e o ITGU entre 69 e 77, já os ambientes considerados quentes, a temperatura varia de 32 a 36°C e o ITGU de 78 a 88.

O ITU e o ITGU podem ser usados para predizer a qualidade de um ambiente térmico para a ave, entretanto com baixa sensibilidade, uma vez que no seu desenvolvimento não se levou em conta a resposta animal (Biaggioni et al., 2008).

### **3.7.7. Zona de conforto térmico**

A zona de termoneutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas (Nazareno et al., 2009).

Aves são sistemas endotérmicos (homeotérmicos), mantendo sua temperatura corporal de acordo com o meio ambiente. Em muitos países do mundo, particularmente nos tropicais, as aves são mantidas numa temperatura ambiente próxima a zona de termoneutralidade (Celik et al., 2004).

A zona de termoneutralidade relaciona-se com o ambiente térmico ideal, no qual a amplitude é bem restrita. Nesta, o animal alcança seu potencial máximo e a temperatura corporal é mantida com mínima utilização de mecanismos termorreguladores (Baêta & Souza, 2010).

Se essas condições estão próximas das ideais, é grande a probabilidade de se obter alta produtividade, a zona de termoneutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal, onde as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas (Furtado et al., 2003).

O desconforto térmico em aves de postura provoca uma série de consequências intimamente ligadas à queda no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole (Tinôco, 2001; Silva et al., 2005; Jácome et al., 2007).

A qualidade do ar em ambientes de produção animal vem sendo referenciada como ponto de interesse em estudos de sistema de controle ambiental, focando tanto a saúde dos animais que vivem em total confinamento, quanto dos trabalhadores (Nääs et al., 2007).

### **3.8. Parâmetros de qualidade dos ovos**

#### **3.8.1. Massa dos ovos (MO)**

A classificação dos ovos por massa varia muito entre países. Em vários mercados, incluindo Japão, México e Suécia, os ovos são vendidos por massa (kg). Ainda assim, a massa paga por quilograma varia com a massa média de cada ovo. Muitos varejistas exigem uma proporção de ovos de cada tipo para atender às preferências de todos os seus clientes (Trindade, 2007).

Quando expostas ao estresse térmico, especialmente ocasionados por trocas súbitas de temperatura, a aves produzem os ovos com peso e volumes reduzidos, gerando pintos menores, haverá redução da concentração sanguínea de cálcio, ocorrendo diminuição do número de ovos e prejuízo da fertilidade, através de redução na taxa de incubação e do número médio de pintos por ave alojada (Morris et al., 1998).

#### **3.8.2. Gravidade específica (GE)**

A medida da gravidade específica do ovo é usada para determinar a qualidade da casca do ovo, devido a sua rapidez, praticidade e baixo custo, o peso específico é

uma estimativa da densidade de casca e a redução deste parâmetro significa redução na resistência da casca do ovo (Pinheiro et al., 2008).

Segundo Rosa & Avila (2000), a gravidade específica é uma medida de cunho físico que avalia a densidade do ovo, a qual se relaciona basicamente com a espessura da casca, sendo responsável por variações nos resultados de incubação, aves com idade intermediária entre 35 a 55 semanas produzem ovos com maior gravidade específica (1075 a 1090 g/ml), que estão relacionados a maiores índices de eclosão, aves velhas, com idade superior a 56 semanas, produzem uma proporção maior de ovos com cascas de qualidade inferior, relacionada à menor GE (<1074 g/ml), conferindo piores índices de eclosão. Contudo, não só a idade, mas o estresse calórico, a deficiência de cálcio e vitamina D<sub>3</sub> e a relação inadequada entre cálcio e fósforo são os fatores que interferem para a diminuição da GE, além das doenças respiratórias crônicas (CRD), que afetam o trato respiratório das aves.

Considera-se que a maior gravidade específica resulta em melhor qualidade de casca e, conseqüentemente, em ovos mais apropriados para incubação. No entanto, deve-se ater para as relações existentes entre o peso corporal e o peso do ovo e entre peso corporal e produção de ovos. Salienta-se também, a importância da relação entre o peso do ovo e a gravidade específica, onde o peso do ovo aumenta e a gravidade específica diminui com a idade das reprodutoras (Oliveira, 2012).

### **3.8.3. Unidade Haugh (UH)**

Um fator mundialmente conhecido para se avaliar a qualidade dos ovos é a unidade Haugh. Segundo Barbosa Filho (2004) trata-se de uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa, sendo que, de modo geral, quanto maior o valor da unidade Haugh melhor a qualidade do ovo.

Uma das mais utilizadas é a unidade Haugh, proposta por Haugh (1937) ao observar que a qualidade do ovo variava com o logaritmo da altura do albúmen espesso. Sendo assim, ele desenvolveu um fator de correção para o peso do ovo, que multiplicado pelo logaritmo da altura do albúmen espesso é corrigida por 100, resultou na denominada “unidade Haugh” (UH).

O albúmen exerce influência na qualidade do ovo, controlando a posição da gema no ovo intacto, a posição e o movimento da gema são indicações importantes da

qualidade interna do ovo, o albúmen consiste de camadas concêntricas de gel incolor e líquido, quando um ovo fresco é cuidadosamente quebrado em uma superfície homogênea e plana, a gema está túrgida e localizada centralmente, circundada pelo albúmen denso e delgado (Quadros et al., 2011).

Por sua vez, quando um ovo velho é quebrado, a gema está flácida, frequentemente localizada em um lado, e circundada por uma área ampla de líquido (Oliveira, 2006).

Ovos após a postura apresentam maior altura de albúmen e, conseqüentemente, maior unidade Haugh; portanto, melhor qualidade, uma vez que a fluidificação do albúmen é um sinal de perda da qualidade (Jones & Musgrove, 2005).

#### **3.8.4. Espessura de casca (EC)**

A integridade da casca tem grande influência na qualidade do ovo, sendo um dos fatores que mais têm preocupado os produtores, principalmente quando se explora a produção de ovos por mais um ciclo de postura (Trindade, 2007).

A espessura da casca pode variar devido a vários fatores, entre eles a hereditariedade, já que algumas famílias ou linhagens de aves produzem ovos com casca mais grossa que outras. Essas diferenças entre as aves, com relação à qualidade da casca, são definidas pela capacidade das aves de utilizarem o cálcio; outro fator é o clima, já que altas temperaturas reduzem a espessura da casca e os níveis de cálcio ou bicarbonato de sódio do sangue são reduzidos como resultado dos movimentos respiratórios mais acelerados, visto que as aves procuram desta forma, controlar a temperatura corporal (Trindade, 2007).

Altas temperaturas reduzem a espessura da casca, já que os níveis de cálcio e bicarbonato de sódio do sangue são reduzidos, como resultado dos movimentos respiratórios mais acelerados, tendo em vista que a poedeira procura controlar a temperatura do seu corpo. Simultaneamente, o ambiente de temperatura elevada provoca uma diminuição no consumo de alimentos, que por sua vez determina uma diminuição no consumo do cálcio, fósforo e vitamina D<sub>3</sub> (Jácome et al., 2007).

O parâmetro espessura de casca também é de grande interesse para os produtores de ovos, uma vez que a perda de ovos por quebra ou rachaduras poderá trazer prejuízos, além de indicar também que, provavelmente, a causa do problema

esteja ocorrendo devido à falha de ambiência dentro das instalações onde as aves se encontram (Barbosa Filho, 2004).

A maioria das avaliações de qualidade da casca está relacionada com a sua força, porque quebras e perfurações são as principais causas de perda econômica, a casca do ovo pode ser quebrada pelo impacto, que ocorre devido à colisão entre ovos ou com a máquina coletora, e fraturas compressivas que estão associadas com a embalagem. A ausência de força na casca e o impacto possuem importância similar na quebra de cascas (Lin et al., 2004).

Para Araújo et al. (2011), no processo de formação do ovo, aves submetidas ao desconforto térmico do ambiente, o seu organismo reduzirá cálcio por superfície de área da casca, o que resulta na redução da resistência da casca.

O estudo da determinação da força de ruptura da casca do ovo é de grande importância para o setor avícola de produção de ovos, haja vista que a maioria das avaliações de qualidade da casca está relacionada com força de ruptura, porque quebras e perfurações são as principais causas de perda econômica, Segundo Macari & Mendes (2002), a qualidade da casca é a principal preocupação nas posturas, devido aos prejuízos econômicos associados à incidência de má qualidade, os ovos trincados e/ou quebrados que representam uma perda que varia de 1,2 a 2,4% do total de ovos produzidos em uma granja.

Ovos com espessuras superiores a 0,33 mm possuem grande resistência a danos físicos (Samliet al.,2006), além de contribuírem para preservação da qualidade interna, uma vez que ovos com cascas espessas tem dificuldade de perder H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> para o ambiente, contribuindo desta forma, para a manutenção do pH interno dos ovos (Solomon, 1991).

O formato do ovo ajuda a determinar a integridade da casca, ou seja, a força contra trincas e quebras, além de estar ligada à quantidade de componentes e a estrutura da casca, acorrelação negativa com o eixo longo mostra exatamente que quanto maior o ovo mais frágil tende a ser a sua casca (Ferreira et al., 2012).

### **3.8.5. Índice de gema (IG)**

O índice de gema é um indicador da natureza esférica da gema. Foi primeiramente usado por Sharp & Powell (1973) cuja medida era feita através da separação da gema e do albúmen, tomando o cuidado de manter a gema intacta, logo em seguida, foi aperfeiçoado por Funk (1973) através dos dados de altura e diâmetro da gema (dg) sem a necessidade de separação, resultando, assim, em economia de tempo e maior simplicidade na determinação. É obtido pela diferença da altura da gema pelo seu diâmetro.

Segundo Englert (1998) os valores médios para o IG de ovos frescos devem estar entre 0,40 e 0,42; e quando o valor do índice da gema estiver inferior a 0,25, significa que a estrutura está muito frágil, tornando difícil a realização de medições sem rompimentos.

A gema concentra a maior parte dos nutrientes do ovo, e, portanto seu aumento é desejável, o maior diâmetro de gema pode estar relacionado à maior absorção dos nutrientes da ração, contribuindo para a formação dessa estrutura, o índice de gema é obtido a partir da relação entre o diâmetro e altura da gema (Pinheiro et al., 2007).

### **3.8.6. pH do albúmen e da gema do ovo**

A determinação do pH fornece um parâmetro valioso na averiguação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição, seja através de hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração de íons de hidrogênio (IAL, 1985).

O ovo fresco apresenta pH da gema de 6,0 e clara de 6,6 depois de algum tempo, este pH é alterado, aumentando consideravelmente, isso ocorre devido ao teor de CO<sub>2</sub>, encontrado no interior do ovo. Quando o ovo está no interior da ave, ao respirar, ela produz o gás que é dissolvido em excesso na água do ovo, quando o ovo vai para o exterior a tendência é o excesso de água sair do ovo através dos poros e dissolver-se na atmosfera (Sarcinelli et al., 2007).

Quando o ovo é posto, a parte aquosa tem certa quantidade de CO<sub>2</sub> em excesso, o que resulta num pH ácido. À medida que o tempo passa o CO<sub>2</sub> vai saindo do ovo pelos

poros, libertando-se na atmosfera, menos  $\text{CO}_2$  na água significa menos  $\text{H}_3\text{O}^+$  a ser produzido e o pH do ovo vai subindo (Sarcinelli et al., 2007).

À medida que o pH sobe, as características do ovo vão se alterando, as ligações entre as moléculas que compõem a membrana que envolve a gema começa a ficar mais fraca, a membrana fica então menos coesa, para piorar a situação, água começa a passar da clara para a gema, aumentando o tamanho desta última, a sua membrana já fragilizada é agora esticada (Sarcinelli et al., 2007).

## 4. Material e Métodos

### 4.1. Local do experimento

A pesquisa foi realizada no período de julho a dezembro de 2012 nas instalações do Laboratório de Construções Rurais e Ambientância (LACRA), no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG – Campus I – localizado no Município de Campina Grande- PB, localizado na Microrregião de Campina Grande e na Mesorregião Agreste Paraibano do estado da Paraíba, com as coordenadas geográficas de: 7°15' 18'' de latitude Sul, 35° 52' 28'' de longitude Oeste e altitude 550 m. Conforme a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, sub úmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno.

#### 4.1.1. Características do galpão

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, com cobertura com telhas de compósito cimento-sisal e forro de isopor, numa área de 7,30 m<sup>2</sup>, onde foi dividido em três ambientes sendo para a luz LED branca (G1), luz LED vermelha (G2) e luz LED azul (G3), no canto superior esquerdo foi colocado um condicionador de ar de 9000 BTU que refrigerava os três ambientes.

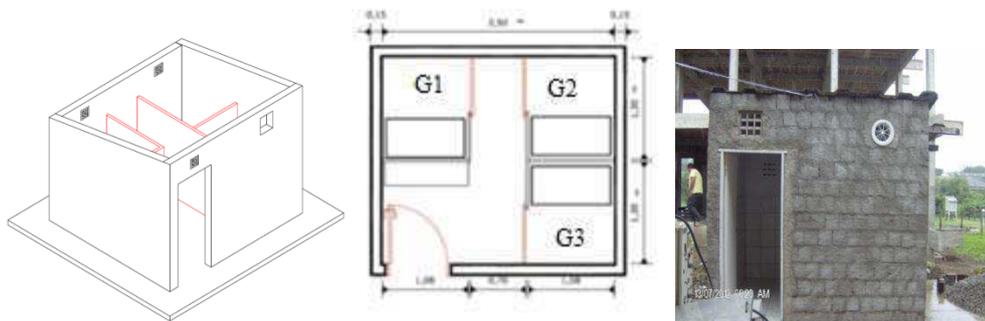


Figura 1(a) – Layout do galpão

Figura 1(b) – Planta baixa

Figura 1(c) – galpão

#### 4.1.2. Animais e tratamentos

Foram utilizadas 387 codornas da linhagem *coturnix coturnix japonica*, a partir da 3ª semana de idade e na fase de postura, até o final da pesquisa. Nessa fase, o galpão foi dividido em três ambientes, e distribuído às baterias de gaiolas no seu interior numa área de 1,80 m<sup>2</sup>. as codornas receberam os seguintes tratamentos: LED de espectro branca na bateria de gaiolas (G1), LED de espectro vermelha na bateria de gaiolas (G2) e LED de espectros azul na bateria de gaiolas (G3), conforme figuras 2 abaixo:



Figura 2(a) - Led branca G1      Figura 2(b) - Led vermelha G2      Figura 2(c) – Led azul G3

#### 4.2. Manejo das aves no galpão

##### 4.2.1. Fase de postura

As baterias foram dispostas em cada espaço selecionado do galpão e denominadas de bateria 1 (G1), bateria 2 (G2) e bateria 3 (G3), as aves foram alocadas em de gaiolas de arame galvanizado, sendo cada bateria composta por três gaiolas, onde cada gaiola teve capacidade de abrigar 43 aves, apresentando uma densidade populacional de 129 aves/bateria, apresentando bebedouros e comedouros acoplados do tipo calha de zinco e PVC.

As gaiolas apresentavam área de 0,20 x 0,50 x 1m, possuindo três divisórias e densidade de criação de 86 codornas m<sup>2</sup>.

A ração foi distribuída de forma manual (quadro 1), duas vezes ao dia as 08 e 16 horas.

Quadro 1 Composição química da ração usada durante o experimento na fase de postura para codornas japonesas submetidas a ambientes com lâmpadas LED em diferentes espectros de luz

Parâmetros	Composição	Ração Postura
Umidade	%	8,67
Matéria Seca	%	91,33
M. Mineral (Cinzas)	%	14,78
Matéria Orgânica	%	85,22
Proteína Bruta	%	23,42
Extrato Etéreo	%	4,13
FDN	%	27,98
FDA	%	5,45
Hemicelulose	%	22,53
Carb. Totais	%	57,67
Carb. N. Fibrosos	%	29,69
Lignina	%	1,21
Celulose	%	4,24
Prot.D. Neutro	%	4,51
Prot. D. Ácido	%	0,27
NDT	%	71,26
ED (Mcal/kg)	Mcal/kg	3,14

Fonte: Laboratório de Nutrição Animal (UAECA/UFRN)

#### 4.2.2. Fotoperíodo

Foi utilizado o fotoperíodo por meio de um programa de iluminação, com o uso de um temporizador (Timmer), com programação fornecendo as aves 17 horas com luz (fotofase) e 7 horas sem luz (escotofase).

#### 4.2.3. Variáveis bioclimáticas

Durante o período experimental, foram monitoradas no interior do galpão, as variáveis bioclimáticas: temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro, com os respectivos instrumentos para cada variável, instalados a uma altura equivalente a ao centro de massa das aves.

#### 4.2.3.1. Temperatura e umidade relativa do ar

A temperatura e a umidade foram coletadas com sensor do modelo HT 500, instalado a cima de cada ambiente, onde foram coletadas e registradas essas variáveis a cada 30 minutos ao longo das 24 horas, e assim após coletas desses registros, retirado à média dessas leituras, calculando-se posteriormente a média de cada ambiente no período de postura.

#### 4.2.3.2. Temperatura de globo negro e umidade

A temperatura de globo negro foi determinada através de termômetro de globo negro instalado em cada gaiola, com diâmetro de 38 mm, com termopar em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), que permaneceu ligado por todo período do experimento. Foi utilizado o valor desta medição para calcular o ITGU, temperatura radiante média, a carga térmica de radiação.

O ITGU foi calculado através da fórmula desenvolvida por Buffington et al. (1981).

$$ITGU = T_g + 0,36 T_o + 41,5 \quad (1)$$

Em que:

$T_g$  - temperatura do termômetro de globo negro,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_o$  - temperatura do ponto de orvalho,  $^{\circ}\text{C}$ .

A Carga Térmica de Radiação (CTR) foi calculada, de acordo com a equação proposta por Esmay (1979):

$$CTR = \sigma(TRM)^4 \quad (2)$$

Sendo:

CTR – dada em  $\text{W.m}^{-2}$ ;

$\sigma$  - Constante de Stefan-Boltzman, ( $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}.\text{k}^{-4}$ ); e

TRM – temperatura radiante média (K).

A TRM é a temperatura de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra, para eliminar o efeito da reflexão, com a qual o corpo (globo negro) troca tanto a quantidade de energia quanto à do ambiente considerado (Bond & Kelly, 1954), expressa por:

$$TRM=100 \times \left[ 2,51 \times v^{1/2} \times (T_{gn} - T_a) + \left( \frac{T_{gn}}{100} \right)^4 \right]^{1/4} \quad (3)$$

Sendo:

$v$  – velocidade do vento, em  $m/s^{-1}$  ;

$T_{gn}$  – Temperatura de globo negro, em K;

$T_a$  – Temperatura ambiente, em K.

### 4.3. Manejo dos ovos

Os ovos foram coletados manualmente sempre no mesmo horário (05h), em bandejas com capacidade para 30 ovos e em seguida transportados do galpão para o Laboratório de Construções Rurais e Ambientância (LaCRA) para as devidas análises.

Para avaliação da produção e dos parâmetros de qualidade dos ovos, foram avaliados: produção total de ovos (PT), massa do ovo (MO), gravidade específica (GE), unidade haugh (UH), espessura de casca (EC), índice de gema (IG), pH do albúmen e da gema, porcentagem dos constituintes e resistência a ruptura da casca.

#### 4.3.1. Parâmetros de avaliação da qualidade do ovo

##### 4.3.1.1. Produção dos ovos (PT)

A produção total de ovos (PT) foi à quantidade diária de ovos produzida, em relação à quantidade de aves das baterias (G1, G2, G3) e efetuado diariamente durante todo o experimento.

#### 4.3.1.2. Massa dos ovos (MO)

A massa do ovo (MO) foi determinada durante toda fase experimental a cada 14 dias, de uma amostra de 10% da produção total diária em balança digital, com precisão de 0,01g e o valor da massa de cada ovo serviu de referência para o cálculo das porcentagens de cada fração do ovo.

#### 4.3.1.3. Gravidade específica (GE)

A gravidade específica (GE) foi determinada após pesagem dos ovos. O teste foi avaliado através da densidade do ovo, pelo método descrito por Hempe et al., (1988). O valor de GE foi obtido usando a expressão:

$$GE = \frac{\textit{peso do ovo}}{\textit{peso do ovo na água x correção da temperatura}} \quad (4)$$

E o fator de correção usado no cálculo da GE foi 0,99757 obtido por meio da equação apresentada por Kell, (1975).



Figura 3 – Determinação da gravidade específica

#### 4.3.1.4. Unidade Haugh (UH)

A unidade de Haugh (UH) foi determinada após a quebra dos ovos sobre uma superfície plana e lisa (placa de vidro) para que a clara e a gema sejam medidas, através

de um micrômetro, podendo medir a altura do albúmen (mm) e com o valor da massa do ovo (g), utilizando-se esses valores na fórmula descrita por Pardi, (1977).

$$UH = 100 \cdot \log(h + 7,57 - 1,7 \cdot W^{0,37}) \quad (5)$$

Sendo:

h = altura do albúmen (mm);

W = peso do ovo (g).

#### 4.3.1.5. Espessura de casca (EC)

Após separação dos componentes do ovo, as cascas foram pesadas ainda úmidas e sem retirar as membranas internas, e colocadas em estufa a 105°C por 2 horas (Silva & Santos, 2000), depois de secas pesadas novamente na balança digital e determinada a espessura através da utilização de um paquímetro digital eletrônico com precisão 0,01.



Figura 4 – Determinação da espessura de casca

#### 4.3.1.6. Índice de gema (IG)

Para determinar a altura do albúmen pelo método de Haugh, foram separadas as claras das gemas manualmente, e determinadas à altura da gema com o micrômetro e o diâmetro com um paquímetro digital. Em seguida, pesada a gema, e o índice foi encontrado dividindo-se a altura da gema pelo seu diâmetro.

#### 4.3.1.7. pH do albúmen e da gema do ovo

O pH do albúmen e da gema foi determinado utilizando pHmetro de bancada portátil-MV, modelo *mPA- 210/P* calibrado previamente com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

Separou-se a gema do albúmen do ovo, e colocados em recipientes para posterior homogeneização, com um auxílio de um bastão. A leitura do pH das gemas e das claras foram obtidas pela introdução do eletrodo do pHmetro.



Figura 5 – Determinação do pH do ovo

#### 4.3.1.8. Porcentagem dos constituintes

A porcentagem dos constituintes do ovo (gema, albúmen e casca) foi obtida através de pesagens em balança analítica e o valor depois dividido pelo peso total do ovo e multiplicado por 100.

A porcentagem de gema dos ovos foi obtida considerando o peso total do ovo e o peso da gema e a porcentagem da clara foi determinada por diferença, conforme metodologia descrita por Santos et al., (2009).

$$\% G = \frac{PG}{PO} = 100 - (\%A . \%C) \quad (7)$$

Em que:

$PG$  = Peso da gema (g);

$PO$  = Peso do ovo (g).

A porcentagem do albúmen ( $\%A$ ) se obteve pelo cálculo do peso do albúmen ( $PA$ ) por diferença entre o peso total do ovo menos o peso da casca e peso da gema.

Assim, foi encontrado o valor do peso do albúmen que foi dividido pelo peso do ovo e multiplicado por 100.

#### 4.3.1.9. Resistência da casca

A resistência da casca do ovo foi determinada utilizando equipamento de cisalhamento de Jenike, pertencente ao laboratório de construções rurais e ambiência, adaptado para esse teste, para se avaliar a força necessária para se romper a casca do ovo.



Figura 6 – Determinação da resistência de casca do ovo

Colocavam-se os ovos nas direções de seu diâmetro maior e diâmetro menor, entre duas placas e acionava o mecanismo que deslocava-se com a velocidade de 2mm/min. Como mostra as figuras abaixo.

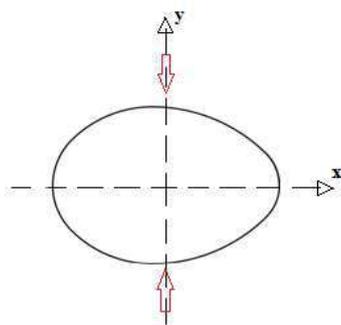


Figura 6 (a). – Diâmetro maior do ovo

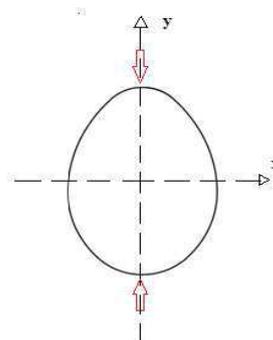


Figura 6 (b). – Diâmetro menor do ovo

Posicionado os ovos na máquina, numa frequência de 1 Hz era registrado a força

Aplicada no ovo, e em tempo real era traçado o gráfico do comportamento do teste, onde se observava claramente o momento do rompimento da casca do ovo.

#### **4.4. Delineamento estatístico**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos e sete repetições das análises num intervalo de 14 dias. Foi avaliado cada ambiente com LED de espectro de cor branca, vermelho e azul. Os dados foram submetidos ao programa Statistical Analysis System (SAS, 2010), utilizando-se o teste de Tukey a 5% para a comparação das médias.

#### **Modelo matemático utilizado:**

$$x_{ij} = \mu + t_i + \Sigma_{ij} \quad (8)$$

Em que:

$x_{ij}$ : é o valor observado na parcela que recebe o tratamento  $i$  na repetição;

$\mu$ : é a média geral da característica na população;

$t_i$ : é o efeito do  $i$ , com  $i = 1,2,3$  tratamentos;

$\Sigma_{ij}$ : é a contribuição do acaso.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos parâmetros ambientais no período experimental nos ambientes avaliados com luz branca, vermelha e azul se encontram na Tabela 1. Para os três tratamentos, as médias de temperatura do ar tiveram em torno de 26,7°C e a umidade relativa do ar em torno 71,5%, considerados ligeiramente fora da zona de conforto térmico (ZCT) para codornas, que segundo Sing & Narayam, (2007) deve situar-se entre 21 e 25°C e a umidade relativa do ar entre 65 e 70% e, quando os animais são criados fora desta faixa de temperatura podem ter seu desempenho produtivo prejudicado. Segundo Oliveira et al. (2007) quando a temperatura do ar for superior a 25°C e a umidade relativa alta, pode indicar situação de estresse térmico.

Moura, (2001) relata que a temperatura ambiente para o conforto térmico das aves tem maior importância quando está acima de 25°C e associada a alta taxa de umidade relativa do ar, pois esta situação dificulta a remoção da umidade através das vias aéreas, tornando a respiração cada vez mais ofegante, assim os animais podem ter dificuldade em manter a frequência respiratória alta o bastante para remover o excesso de calor interno, levando a hipertermia, podendo levar a prostração e morte das aves.

Para máxima produtividade, os animais dependem de uma zona de conforto térmico, em que não há gasto de energia metabólica para aquecer ou esfriar o corpo, quando a temperatura do ar encontra-se abaixo da zona de conforto, as aves aumentam a produção de calor metabólico que prejudicará a sua eficiência alimentar, já quando ocorre o contrário, a ave reduzirá o consumo de ração para diminuir a produção do calor metabólico, comprometendo o seu desempenho (Bridi, 2011).

Tabela 1– Médias dos parâmetros e índices ambientais: temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR), avaliados na fase de postura para codornas japonesas submetidas a ambientes com lâmpadas LED em diferentes espectros de luz

Parâmetros ambientais				
Tratamento	TA (°C)	UR (%)	ITGU	CTR (Wm <sup>2</sup> )
Led Branca	26,70±2,17	71,13±4,08	73,47±3,86b	441,62±69,59c
Led Vermelha	26,83±2,21	71,77±3,76	75,93±3,34a	470,73±95,12b
Led Azul	26,62±2,17	71,77±3,76	75,93±3,34a	474,74±95,12a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P>0,05)

A umidade relativa do ar durante todo o período experimental apresentou valores acima do recomendado por Oliveira (2007) que é de 60%, o que pode ter provocado nestes períodos, dificuldades na troca de calor pelas aves no ambiente. Os dois elementos climáticos temperatura ambiente e umidade relativa são altamente correlacionados ao conforto térmico animal, uma vez que, em temperaturas muito elevadas o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (Baêta & Souza, 2010).

As aves são sensíveis ao estresse calórico quando os valores de umidade relativa indicados como ideais para o conforto das aves, estão fora dos limites recomendados. Assim, a capacidade da codorna em eliminar calor depende da umidade do ar, ou seja, quanto maior a umidade relativa do ar, menor será a capacidade da codorna para suportar calor (Guimarães, 2012).

Os valores médios de ITGU apresentam valores satisfatórios de conforto térmico no interior dos ambientes, conforme valores sugeridos por Medeiros et al. (2005a) que utilizando câmara climática, analisando dois tratamentos de mesma temperatura e umidade relativa, porém com diferentes velocidades do ar, resultou que, em ambientes frios apresentam temperaturas variando de 16 a 20°C e ITGU de 59 a 67; para os ambientes considerados confortáveis, a temperatura foi de 26°C e o ITGU variou de 69

a 77 e nos ambientes considerados quentes, a temperatura variou de 32 a 36°C e o ITGU de 78 a 88.

Segundo MacLeod & Dabhuta, (1997) as codornas toleram temperaturas mais elevadas que os frangos de corte devido a sua maior superfície de massa corporal, aumentando a dissipação de calor gerado no metabolismo energético.

A maior carga térmica de radiação (CTR) foi de 474,74W/m<sup>2</sup> registrada no tratamento com luz azul (Tabela 1), diferindo estatisticamente ( $p>0,05$ ) dos valores de CTR observados nos tratamentos com luz vermelha (470,73) e luz branca (441,62) respectivamente. A amplitude da CTR do tratamento com luz branca foi de 16,92% em relação aos demais tratamentos, indicando que os limites térmicos do ambiente interno do galpão no qual as aves se encontravam, foram menores no ambiente 1, devido a associação da temperatura do ar e da umidade relativa do ar que se encontravam fora da zona de conforto térmico (ZCT) para codornas, necessitando de maior atenção em relação às condições climáticas existentes nesse ambiente para as codornas em fase de postura.

De acordo com Nããs et al.(2001) a elevada intensidade de radiação incidente quando associada a alta temperatura e alta umidade relativa do ar gera desconforto térmico das aves e conseqüentemente estresse calórico e redução do desempenho produtivo.

Biaggioni et al. (2008) avaliando o desempenho de aves de postura, nas estações do ano primavera e verão, encontraram valores de carga térmica radiante menores no horário das 5 horas, no entanto nos outros horários avaliados (11, 15, 16 horas), os valores da CTR se mantiveram na zona de conforto, que segundo os autores é de 498,3 W/m<sup>2</sup>.

O consumo de ração (Tabela 2) não foi influenciado estatisticamente ( $p>0,05$ ) pelas fontes de luz emitidas pelas LED, isto indica que as aves obtiveram a mesma sensibilidade visual em todas as fontes de luz LED testadas, não alterando a sua ingestão alimentar em função das diferentes fontes. Conforme explica Etches (1996) o efeito da iluminação sobre o consumo de alimento está associado à atividade locomotora da ave, que fica reduzida ao mínimo, nos períodos escuros. Com a diminuição dos movimentos, o gasto de energia é também reduzido fazendo com que melhore a eficiência alimentar e diminua o consumo de ração.

Segundo Schubert, (2003) a luz emitida por um LED é monocromática, mas a banda colorida é relativamente estreita, e sendo assim, supõe-se que as codornas, assim como a maioria das aves, possuem menores quantidades de bastonetes. Concordado com Etches (1994) onde cita que, a percepção da luz não depende apenas dos fotorreceptores localizados nos olhos. As aves têm recepção de cores e respondem quando a luz é produzida por raios no final do espectro, como laranja e vermelho, produzindo maior quantidade de hormônios reprodutivos.

Na literatura parece ser bem estabelecido que nas aves a luz azul seja pouco ativa, tanto sobre receptores oculares como hipotalâmicos, no entanto, as respostas quanto aos maiores comprimentos de ondas são mais complexos. Os fótons de maiores comprimentos de onda (LED vermelho de 700 nm) têm um poder de penetração transcraniana mil vezes maior que os de onda mais curta (400 nm) e exercem, portanto, nas condições usuais, um poder estimulante mais elevado Jácome et al.( 2012).

Estudando os efeitos de diferentes cores de LED em comparação à lâmpada incandescente sobre o desempenho produtivo de codornas de postura (Jácome et al.,2012), não foram observadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados, concluindo que as aves de postura não são influenciadas pelas diferentes frequências espectrais. Ou seja, o consumo de ração das aves dos tratamentos de luz azul (29,08g), vermelha (29,09g) e, luz branca (29,39g) não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 2– Média de desempenho: consumo de ração, conversão alimentar, porcentagem de postura e peso médio do ovo de codornas japonesas submetidas a ambiente com lâmpadas LED em diferentes espectros de luz

Tratamento	Consumo ração (g/animal/dia)	Conversão alimentar (g/dz. ovos)	Produção (%)	Peso do ovo (g)
Led Branca	29,39	481,91	73,00b	13,17
Led Vermelha	29,09	417,70	82,00ab	12,99
Led Azul	29,08	401,39	86,00a	12,96
CV%	25,17	17,93	12,38	7,29

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $P>0,05$ )

O consumo de ração não diferiu estatisticamente ( $p>0.05$ ) entre os tratamentos, com ligeiro aumento de consumo de ração no tratamento da LED branca 29,39g animal dia contra 29,09g na LED vermelha e 29,08g na LED azul.

A conversão alimentar variou de 481,91g de ração por dúzia de ovos na LED branca, mas não diferindo estatisticamente das LED vermelha, 417,70g/dz. ovos e a LED azul 401,39g/dz. Ovos respectivamente.

Em experimento realizado por Gongruttananun (2011) não foram observadas influências ( $P>0,05$ ) dos tipos de luz (LED de cor vermelha, luz natural e combinação de lâmpada fluorescente com LED vermelho) sobre o consumo alimentar. No entanto Gongruttananun & Guntapa, (2012) verificaram melhora significativa na taxa de conversão alimentar das aves alojadas nos tratamentos que foram equipados com LED vermelho e luz natural complementada com LED vermelho, em relação ao tratamento controle que possuía somente iluminação natural.

O fato de ingerir quantidade maior ou menor de alimento é considerado um sinal importante na produção de animais em fase reprodutiva, pois para manutenção das atividades fisiológicas, o animal aumentará substancialmente a ingestão de alimentos a fim de suprir a maior exigência energética e proteica desta condição fisiológica diferenciada em que se encontra (Jácome et al.,2012).

Um exemplo que pode ser usado para explicar esta hipótese é o estudo de Gongruttananun, (2011) onde o autor verificou que houve o desenvolvimento progressivo dos folículos ovarianos em galinhas iluminadas com LED de cor vermelha, sendo confirmado também aumento da concentração de estradiol no sangue das aves do mesmo tratamento. Isto evidencia que, a mudança fisiológica que causou aumento da secreção deste hormônio, proporcionou um incremento na necessidade nutricional destes animais.

A percentagem de postura variou de 73% na LED branca, diferindo estatisticamente ao nível de 5%, das LED vermelha 82% e LED azul 86% respectivamente e que não diferiram entre as mesmas, o peso médio do ovo variando de 13,17g na LED branca não diferindo estatisticamente dos pesos das LED vermelha 12,99g e na LED azul 12,96g.

Estudando os efeitos de diferentes cores de LED em comparação à lâmpada incandescente sobre o desempenho produtivo de codornas para postura Jácome et

al.(2012), não observaram influências das cores sobre nenhum dos índices de produtividade e de qualidade dos ovos, fato que, também ocorreu neste trabalho.

Jácome et al.(2012), estudando os efeitos de diferentes cores de LED em comparação à lâmpada incandescente sobre o desempenho produtivo de codornas de postura não encontraram diferenças ( $p>0.05$ ) no consumo de ração.

Gongruttananun & Guntapa, (2012) verificaram melhora significativa na taxa de conversão alimentar das aves dos tratamentos equipados com LED vermelho e luz natural complementada com LED vermelho em relação ao tratamento controle que era iluminado apenas com luz natural. Mesmo não havendo diferença significativa dos valores, fato foi comprovado nesta pesquisa.

Ainda na pesquisa de Jácome et al.(2012), não foram observadas diferenças ( $p>0,5$ ) na produção de ovos (%) entre as cores de LED avaliadas, na literatura parece estar bem clara a hipótese de que as cores mais próximas ao vermelho são mais estimulantes ao desencadeamento de estímulos fisiológicos reprodutivos, o que resultaria em maior produção de ovos Boni & Paes, (1999) relatam que as aves respondem mais ao estímulo luminoso quando a iluminação é produzida por raios do final do espectro, como o roxo e alaranjado, produzindo mais hormônios reprodutivos.

Jácome et al. (2012), estudando a Influência de diferentes cores de iluminação artificial sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas, observaram que a produção de ovos dos tratamentos compostos por mangueiras LED de cor verde 96% e vermelha 92% foram superior respectivamente a produção de ovos onde codornas foram expostas a lâmpadas incandescentes. Segundo (Borille *et al.*, 2010) estudando lâmpadas obteve uma produção de 92% com luz incandescente, assim pode-se afirmar que mudando o tipo de iluminação de lâmpadas incandescentes por mangueiras luminosas de cor vermelha ou cor verde não afetaria a produção.

Quanto ao peso dos ovos (Tabela 2), não diferença entre os tratamentos ( $p>0,05$ ), indicando que nenhuma das tecnologias utilizadas tenha influenciado negativamente a qualidade dos ovos. Embora não haja diferença significativa, a massa dos ovos do tratamento com LED branca eram mais pesados, podendo ter ocorrido melhor aproveitamento de proteína da ração por essas aves no início da postura, concordando com Pinto, (2002) o peso do ovo é altamente dependente da ingestão diária de proteína. Essa condição parece ser atendida pelos tratamentos testados. Ainda, neste mesmo aspecto, as aves têm a capacidade de armazenar certa quantidade de ração no papo, e

isso daria suporte para a manutenção durante um determinado período de escuro, o que, possivelmente, digamos, tenha influenciado nos tratamentos com LED branca, LED vermelho e LED azul do presente estudo, o qual apresentou massa média do ovo satisfatório, indicando que a iluminação não teve efeito sobre a massa dos ovos.

Assim como os diferentes programas de iluminação artificial não afetam a massa do ovo Freitas et al.(2010), os dados da atual pesquisa demonstraram efeito semelhante, o que acaba discordando do experimento realizado na China por Er et al.(2007) o qual, avaliaram diferentes cores de LED em comparação a lâmpada incandescente, e verificaram que a lâmpada incandescente apresentou resultados de massa do ovo superiores aos do LED de cor vermelha. Já Rozenboim et al. (1998) citam em seu estudo que a massa do ovo não é afetada pela cor de luz dos LED e pela intensidade, mas, sugerem mais estudos para melhores esclarecimentos.

A pesquisa demonstrou que a massa dos ovos não foi influenciado pelas fontes de luz avaliadas, concordando com Jácome et al. (2012), utilizando codornas japonesas (*Coturnix Japonica*) submetidas a quatro tratamentos de iluminação com mangueiras luminosas, sendo os tratamentos as seguintes cores: amarelo, vermelho, azul e verde, para a massa do ovo não identificou-se diferenças quando comparamos os ovos das codornas submetidas a luz azul e luz vermelha.

Os dados de massa dos ovos são muito requisitados nas avaliações de diferentes programas de luz e diferentes tipos de lâmpadas para a iluminação artificial dos sistemas avícolas de postura, porém, a literatura existente até o momento, vem demonstrando que esta variável geralmente não é influenciada pela quantidade ou qualidade da luz fornecida (Borille, 2013).

Avaliando diferentes cores de LED na comparação com a lâmpada incandescente sobre o desempenho produtivo de codornas para postura, Jácome et al. (2012), também não observaram influências das cores sobre a massa dos ovos, corroborando com os resultados observados neste estudo.

A conversão alimentar, assim como a produção de ovos para todos os Tratamentos apresentada pelas aves com iluminação com LED branca, vermelha e azul (Tabela 2) foi semelhante, não apresentando diferença ( $P>0,05$ ). Isso indica que as LED não influenciaram no consumo de ração, evidenciando que o desempenho produtivo das aves não foram prejudicados pelos tipos de iluminação. Esses resultados estão de acordo

com a afirmação de Jácome (2012); Rowland, (1985) que a conversão alimentar varia de acordo com o regime de iluminação utilizado.

Atribui-se ainda, a semelhança na conversão alimentar das aves para a produção de ovos, haja vista que, o efeito dos espectros de luminosidade sobre o consumo de ração, não apresentou diferença estatística.

Como na pesquisa não foi constatado estresse pelo ambiente, os espectros de LED avaliados também não proporcionaram nenhum desconforto para as codornas, de forma que não houve diminuição no consumo de ração, mantendo assim a sua produção de ovos, a massa dos ovos e a conversão alimentar, concordando com Vercese (2012).

A gravidade específica dos ovos (Tabela 3) não demonstrou diferença estatística ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das iluminações empregadas, fato que assegura uma boa eficiência quanto à resistência da casca, na utilização dos LEDs como tecnologia de iluminação. Os valores indicam que os tratamentos com iluminação com LED nas cores avaliadas, não interferiu na alimentação das aves, que consumiram alimento adequadamente, utilizando os nutrientes essenciais da ração, acarretando fisiologicamente em ovos com boa qualidade da casca, consequentemente boa gravidade específica, concordando com (Hamilton, 1982).

O peso do ovo e a qualidade da casca que pode ser obtida através da gravidade específica (relação peso/volume do ovo). Confirmado por Hamilton (1982), a gravidade específica aumenta em conjunto com a espessura da casca de ovo.

A gravidade específica de ovo esta relacionada com a percentagem de casca, que é função da espessura, e consequentemente é relacionada à resistência da casca do ovo. Portanto é uma propriedade importante na avicultura, pois durante o processamento, manuseio e transporte ocorrem choque entre ovos.

Para Lin et al. (2004) a maioria das avaliações de qualidade da casca está relacionada com a sua força, porque quebras e perfurações são as principais causas de perda econômica. A casca do ovo pode ser quebrada devido à fratura de impacto, que ocorre devido à colisão entre ovos ou com a máquina coletora, e fraturas compressivas que estão associadas com a embalagem.

Tabela 3– Média dos parâmetros de qualidade dos ovos: gravidade específica (GE), unidade de Haugh (UH), espessura de casca (EC) e índice de gema (IG) das codornas japonesas submetidas a ambientes com lâmpadas LED em diferentes espectros de luz

Tratamento	GE (g/ml)	U.H	EC (mm)	IG
Led Branca	1,0881	89,38	0,34	0,45
Led Vermelha	1,0778	89,15	0,33	0,48
Led Azul	1,0761	88,50	0,34	0,45
CV%	1,27	4,80	11,48	6,16

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P>0,05)

A unidade Haugh, que levam em consideração a massa do ovo e a altura do albúmen (Tabela 4) para expressar a qualidade interna dos ovos, não diferiu estatisticamente ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados.

A altura do albúmen é uma medida utilizada na verificação da qualidade interna dos ovos, podendo também, ser utilizada na composição de cálculos matemáticos que expressam com maior clareza as medidas de qualidade interna, como é o caso da unidade Haugh. Os dados do presente estudo corroboram com o estudo realizado por Gongruttananun & Guntapa (2012), no qual não observaram diferenças na qualidade dos ovos de poedeiras submetidas a tratamentos com luz de LED de cor vermelha e luz natural.

Os tratamentos propostos com LED branca, vermelho e azul, não afetaram a composição e a estrutura dos ovos das codornas, sem ocasionar declínio do albúmen, uma vez que os ovos submetidos à análise eram frescos, para todos os tratamentos.

Segundo Cunningham et al.(1960), a composição da ração e a raça da codorna podem afetar o escore da Unidade Haugh. Outros fatores, como estação do ano e método de criação (Proudfoot, 1962) não parecem afetar o escore da Unidade Haugh, apesar de a demora na coleta dos ovos, armazenados em ambientes quentes, poderem ocasionar declínio da qualidade do albúmen.

De acordo com Oliveira, (1992) ovos com unidade Haugh de 72 são considerados de excelente qualidade, no padrão americano de classificação de ovos. Os resultados da unidade Haugh na atual pesquisa encontram-se entre 88,50 e 89,38, sendo estes valores bastante superiores aos citados por (Oliveira, 1992).

Não foram observadas efeitos ( $p > 0.05$ ) das cores de LED nas avaliações de espessura de casca (Tabela 4). No entanto, estudo elaborado por Er et al.,(2007) encontraram diferenças estatísticas nas avaliações de qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais submetidas a luz monocromática nas cores vermelho, verde e azul em comparação às lâmpadas incandescentes. Estes autores citam que o índice de casca, a espessura de casca e a resistência da casca apresentaram-se significativamente maiores para a luz verde quando relacionados aos demais tratamentos. Na pesquisa estes resultados concordam com Er et al.(2007) quando as cores de led branca, vermelho e azul não diferiram entre si.

A espessura da casca não apresentou diferenças estatísticas em nenhum dos tratamentos. O fato da espessura da casca não apresentar diferença significativa, prova a sua qualidade avaliada por meio da gravidade específica dos ovos se manteve também semelhante entre as diferentes cores de LED (Tabela 4).

Alguns fatores estão associados à produção de ovos de casca fina e, conseqüentemente, a maior quebra dos mesmos; como a idade das aves, temperatura e umidade dentro das instalações. Dentre os fatores ambientais que levam a produção de ovos com casca fina, a temperatura ambiente é, sem dúvida, o mais importante.

O ITGU médio nesta pesquisa ficou próximo de 76, o que indica não haver maior interferência de fatores climáticos sobre a qualidade dos ovos. Segundo Barbosa Filho (2006), as conseqüências do estresse por calor, apresentam reflexos na qualidade da casca dos ovos, o que está relacionado conseqüentemente, à sua maior intolerância às temperaturas elevadas.

Para Trindade et al. (2007) a integridade da casca do ovo é importante na qualidade do ovo, especialmente quando se explora a produção por mais de um ciclo de postura, a espessura da casca pode variar devido a vários fatores, entre esses a hereditariedade, pois algumas linhagens de aves produzem ovos com diferentes espessuras quando comparadas com outras linhagens, em função da capacidade das aves de utilizarem o cálcio, outro fator é o clima, uma vez que altas temperaturas reduzem a espessura da casca e os níveis de cálcio ou bicarbonato de sódio do sangue, os quais são

reduzidos devido aos movimentos respiratórios mais acelerados. Pizzolante et al. (2007) descrevem que a qualidade da casca é afetada pelos fatores climáticos, tendendo a ficar mais fina em temperaturas mais elevadas, onde ocorre redução na ingestão de ração, comprometendo o processo de formação da casca.

Entretanto, este fato pode ser explicado pela influência de fatores ambientais, como por exemplo, a elevação da temperatura ambiente (Silversides & Budgell, 2004).

A redução da qualidade interna do ovo diz respeito, principalmente, ao índice gema e a unidade Haugh. Para a condição ambiental e tratamentos submetidos às codornas, não se observou diferença significativa ( $P>0,05$ ) para este parâmetro. Estes dados reforçam o fato de que a duração, bem como a magnitude da exposição das codornas as cores de LED, é importantes características a serem consideradas.

As médias de índice de gema observadas no experimento (0,45 e 0,48) estão dentro da faixa padrão de 0,40 a 0,50 estabelecida para ovos frescos Englert,(1998). Como este parâmetro determina a consistência e qualidade da gema, observa-se que não houve efeito das cores de iluminação com LED sobre a UH e índice de gema, já que não houve interferência no consumo de ração pelas aves submetidas aos tratamentos, contribuindo para uma boa formação da gema e da sua consistência.

Tabela 4 – Valores médios de massa do ovo (PO), peso do albúmen (PA), peso da gema (PG) e peso da casca (PC) das codornas japonesas submetidas a ambientes com lâmpadas LED em diferentes espectros de luz

Tratamento	PO (g)	PA (g)	PG (g)	PC (g)
Led Branca	12,87	8,13	3,64	1,09
Led Vermelha	12,82	7,56	3,93	1,10
Led Azul	12,47	7,76	3,68	1,02
CV%	7,74	14,10	10,69	28,26

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $P>0,05$ )

No parâmetro massa do ovo fica evidente que, as aves submetidas nas três condições de espectros de luz com LED, não apresentaram diferença significativa entre

médias, demonstrando a capacidade adaptativa das aves aos espectros de luz que estiveram submetidas, porém, esse fato se deve por consequências da conversão alimentar apresentada pelas codornas que não foi alterado pela iluminação, que não teve efeito sobre o peso dos ovos, e as manteve dentro de sua zona de termoneutralidade, disponibilizando os nutrientes essenciais da ração para a produção e para equilíbrio da homeostasia, proporcionando as aves expressar seu potencial produtivo.

Avaliações feitas a partir do uso de três cores de LED (branco, azul e laranja) em comparação a lâmpadas incandescentes usuais na produção e qualidade de ovos de codornas japonesas demonstraram que, no sistema de iluminação artificial para codornas, podem-se utilizar os LED como fonte de luz, em qualquer uma das cores testadas, em substituição as lâmpadas incandescentes, uma vez que a qualidade dos ovos e a produção não foram afetadas pelas mudanças propostas (Borille et al., 2010). Esta interferência na produção e na qualidade dos ovos pode ser proveniente do tipo de espectro visível emitido por cada lâmpada Er et al. (2007).

As variáveis altura e peso de albúmen, peso de gema e peso de casca, não apresentaram diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e estão de acordo com os resultados encontrados por Rizzotto et al. (2011), que utilizando programas de luz com mangueiras luminosas de quatro cores (amarelo, vermelho, azul e verde) para codornas japonesas não encontraram diferença significativa entre os tratamentos para a variável altura de albúmen e unidade Haugh. Freitas et al. (2010), trabalhando com três programas de luz utilizando lâmpadas incandescentes obtiveram resultados semelhantes, mostrando que nenhum dos tratamentos influenciou significativamente estas variáveis.

A estabilidade entre o peso da casca demonstra uma boa eficiência dos LED em relação à lâmpada incandescente, se levado em conta que cada tipo de tecnologia de iluminação possui um espectro visível, ou uma cor diferente, Etches (1996) afirma que não importa o tipo de lâmpada utilizada (fluorescente, incandescente, vapor de sódio, etc.), porém sabe-se que cada lâmpada oferece um espectro luminoso diferente e que as aves são responsivas a espectros próximos ao amarelo e nem todos os tipos de lâmpadas oferecem esse espectro visível. Etches (1994) descreve que a taxa de postura, a qualidade da casca, a eficiência alimentar e o tamanho do ovo podem ser afetados pelo regime luminoso. Estes fatores também não foram influenciados pela luminosidade nesta pesquisa, o que reafirma a viabilidade da utilização dos LED como tecnologia de iluminação.

Gewehr et al. (2005) avaliaram a qualidade de ovos de codorna utilizando programas de iluminação contínuos e intermitentes e não observaram diferenças para as variáveis peso do ovo e peso específico.

Tabela 5 – Porcentagem dos constituintes dos ovos: porcentagem de albúmen (%Albúmen), porcentagem de gema (%Gema) e porcentagem de casca (%Casca) das codornas japonesas submetidas a ambientes com lâmpadas LED em diferentes espectros de luz

Tratamentos	Albúmen (%)	Gema (%)	Casca (%)
Led Branca	62,50	28,86	8,64
Led Vermelha	60,05	31,18	8,77
Led Azul	62,12	29,56	8,32
CV%	3,77	11,25	15,35

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P>0,05).

O peso e porcentagem do albúmen, gema e casca podem ser justificados pela massa dos ovos, já que existe uma correlação entre estes valores, que ficaram próximos da média, uma vez que o peso do albúmen representa cerca de 56 a 61%, a gema 27 a 32% e a casca 8 a 11% do peso do ovo Ordóñez et al.(2005).

Torna-se evidente, que os valores de peso do albúmen e peso da gema nos tratamentos com iluminação, são decorrentes do desempenho das aves no ambiente, que proporcionou um adequado consumo de ração, expressando produtividade em quantidade e qualidade, otimizando o peso de massa dos ovos, em que o percentual de albúmen dos ovos apresentou comportamento inalterado nos tratamentos, tornando evidente que esse componente se manteve íntegro, não perdendo conteúdo, não havendo maiores efeitos sobre esse parâmetro (Oliveira, 2012).

A busca por sistema de iluminação artificial eficiente do ponto de vista econômico, durável, que promova o bem estar das aves e não prejudique a produção e a qualidade dos ovos e carne indicam que as lâmpadas de LED em breve se tornarão uma realidade essencial para a avicultura mundial (Xie et al.,2008).

A determinação do pH fornece um parâmetro valioso na averiguação do estado de conservação de um produto alimentício no entanto, diferenças de pH não são associadas com diferenças de qualidade e a redução do pH, resultante da perda de CO<sub>2</sub> para o ambiente, altera o sabor dos ovos e diminui os parâmetros de qualidade dos ovos.

Na Tabela 6, observa-se os valores médios de pH da gema e do albúmen. Evidencia-se, que a gema e o albúmen dos ovos nas condições de tratamentos com LED com espectros de cor branca, vermelha e azul avaliadas, não foram alterados, apresentando valores satisfatórios de ovos frescos, estando esses valores dentro da faixa normal para pH de albúmen descrito por Xavier et al. (2008) que propõe valores de pH do albúmen de 7,5 a 8,5, e o pH da gema, corroborando com Junqueira & Duarte (2006) que afirmaram que o pH da gema fresca é de 6,2 a 6,9.

Tabela 6– Valores médios de pH da gema (pHG) e pH do albúmen (pHa) dos ovos das codornas japonesas submetidas a ambientes com lâmpadas LED em diferentes espectros de luz

Tratamento	pHG	pHa
Led Branca	6,9	7,6
Led Vermelha	6,6	7,8
Led Azul	6,8	7,6
CV%	4,12	4,27

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P>0,05)

A qualidade interna dos ovos se manteve intactos mesmo com a incidência dos espectros de LED durante o período de postura das codornas, mostrando a eficiência das lâmpadas de LED, mantendo seus componentes íntegros, com pH equilibrado, não havendo ocorrência de alteração de ácido carbônico do interior do ovo, o que poderia ser causado por desconforto térmico do ambiente, o que causaria a elevação do pH, conseqüentemente a baixa qualidade do ovo, confirmado por Karoui et al.(2006).

A utilização de LED apresenta vantagem no sistema de produção avícola, pois além da redução do consumo de energia, também pode ser adaptado em relação à curva

de sensibilidade espectral (visão) das aves, fornecendo uma fonte de luz que emita raios de luz mais apropriados para as aves (Prescott & Wathes, 2001).

De acordo com Rech (2009) a qualidade da gema esta relacionada à aparência, textura, firmeza e odor. Sarcinelli et al.(2007) explicam que a medida em que o pH do ovo aumenta, as ligações entre as moléculas que compõem a membrana vitelínica começam a enfraquecer, deixando a membrana menos coesa, fato que não ocorreu nesta pesquisa.

Trabalho realizado por Molino et al.(2009), afirmam que a melhor forma de analisar a qualidade da casca é a avaliação de sua resistência à quebra.

Constam na Tabela 7, os valores médios de resistência à compressão da casca do ovo nos tratamentos avaliados com LED de espectros branca 12,83N, vermelha 15,14N e azul 13,20N respectivamente, os valores médios de resistência à compressão da casca do ovo no sentido longitudinal respectivamente e no sentido transversal do ovo foi de 14,93N nas LED branca e vermelha, e 14,11N na LED azul que estatisticamente ( $p>0.05$ ) não apresentaram diferenças na resistência à compressão (Newton) de rompimento da casca. Tornando evidente que a resistência da casca à quebra mostrou-se inalterada com o tipo de espectro avaliado para cada tratamento, ou seja, o espectro de luzes não influenciou também na resistência da casca dos ovos. Concordando com Narushin et al. (2004), onde a força de ruptura dos ovos de galinha depende de várias propriedades como: gravidade específica do ovo, massa, o volume, área superficial, a espessura da casca, peso da casca, percentual de casca (peso da casca/peso do ovo) etc.

Tabela 7 – Valores médios de resistência à compressão da casca do ovo no sentido longitudinal do ovo (RCSL) e no sentido transversal do ovo (RCST) das codornas japonesas submetidas a ambientes com lâmpadas LED em diferentes espectros de luz

Tratamento	Resistência à compressão (Newton)	
	RCSL	RCST
Led Branca	12,83	14,93
Led Vermelha	15,14	14,93
Led Azul	13,20	14,11
CV%	31,23	27,88

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P>0,05)

Os tratamentos que a codornas foram submetidas, provam que a quantidade de cálcio a ser depositada nos ovos permaneceu constante durante todo o ciclo de postura. Todavia, no processo de formação do ovo, as aves não alteraram seu processo fisiológico, onde seu organismo não reduziu o cálcio que por sua vez é distribuído na superfície de área da casca, o que resulta na resistência da casca (Araújo et al., 2011).

O estudo da determinação de resistência à compressão da casca do ovo é de grande importância para o setor avícola de produção de ovos, haja vista que, a maioria das avaliações de qualidade da casca é relacionada com resistência à compressão, porque quebras e perfurações são as principais causas de perda econômica. A casca do ovo pode ser quebrada devido à fratura de impacto, que ocorre devido à colisão entre ovos ou com a máquina coletora e fraturas compressivas no processo de embalagem.

Tais resultados justificam que as LED utilizadas na pesquisa, não interferiram nos parâmetros de casca dos ovos das codornas, sem a presença de rachaduras ou percentual de ovos inviáveis para a comercialização.

## **6. CONCLUSÕES**

Para codornas japonesas pode-se utilizar como fonte de iluminação artificial, diodos emissores de luz (LED) de cores brancas, vermelhas e azuis, uma vez que a qualidade dos ovos e a produção não foram afetadas pelos tratamentos propostos;

A resistência à compressão não foi afetada pelos tratamentos propostos, indicando que poderão ser utilizadas em criações comerciais;

Há necessidade de novos estudos com a tecnologia de LED de diferentes cores a fim de averiguar seus efeitos sobre a fisiologia produtiva das aves de postura.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.1-14, 2011 (supl. especial)

ALLEONI, A.C. C e ANTUNES A.J. Unidade haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob-refrigeração. Scientia Agrícola, v.58, n.4, p.681-685, 2001.

ALTUNTAS, E.& YILDIZ, M..Effect of moisture on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba* L.) grains.JournalofFoodEngineering, 78, 174–183. 2007.

ANDRIGUETTO JM, PERLY L, MINARDI I, GEMAEL A, FLEMING JS, SOUZA GA, BONA FILHO A. Nutrição animal: As bases e os fundamentos de nutrição animal, os alimentos. 6 ed. São Paulo(SP): Nobel, 1998.

ARAÚJO, W. A. G. DE.; ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F. DE C.; GODOY, M. J. DE S. Programa de luz na avicultura de postura. Avicultura industrial. Revista CFMV-Brasília/DF - Ano XVII – nº 52 – 2011.

ARAÚJO et al. Níveis de cromo orgânico na dieta de codornas japonesas mantidas em estresse por calor na fase de postura. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.3, p.584-588, 2007.

ARAÚJO & ALBINO. Comercial incubation (incubação comercial), Managing. Editor: S.G. PANDALI. Rights reserved – Kerala, Índia, p.157, 20

AVILA, V.S., PENZ JR, A.M., BRUM, P.A.R., ROSA, P.S. E GUIDONI, A.L. Consequência do horário de alimentação na produção e na qualidade do ovo fértil. Comunicado Técnico/ 286/Embrapa Suínos e Aves, pp. 1-4. 2001.

BAÊTA, F. C. et al. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating dairy cows. St. Joseph: American Society Agricultural Engineers, 1987. 21p. (Paper 87).

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 2º. Ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 269p.

BARBOSA FILHO, JOSÉ ANTÔNIO. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. Piracicaba, 2004. Dissertação – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 123p.

BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, M. A. N.; SILVA, I. J. O. and COELHO, A. A. D. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.8, n.1, p.23-28, (2006).

BARRETO, S. L. T.; MOURA, W. C. O.; REIS, R. S.; HOSODA, L. R.; MAIA, G. V. C.; PENA, G. M. Soja integral processada em dietas para codornas japonesas em postura. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.9, p.1978-1983, 2010.

BERTECHINI, A. G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. Professor Titular- UFLA – 2010. File. [aviculturaindustrial.com.br/Material/Técnico/codorna.doc](http://aviculturaindustrial.com.br/Material/Técnico/codorna.doc).

BIAGGIONI, M.A.M.; MATTOS, J.M.; JASPER, S.P.; TARGA, L.A. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. Ciências Agrárias, v.29, n.4, p.961-972, 2008.

BONA, J. DE. Estudo de diferentes tecnologias, métodos e processos para efficientização energética de sistemas de iluminação de aviários - Dissertação – pág. 88 - Curitiba, 2010.

BONI, I. J; PAES, A. O. S. Programas de luz para matrizes: machos e Fêmeas. In: 2º Simpósio Técnico sobre Matrizes de Frangos de Corte 13 a 15 de outubro de 1999 Chapecó, SC, Brasil.

BORILLE, R. LED de diferentes cores como alternativa sustentável para iluminação de poedeiras comerciais – Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS: UFGD, 69p. 2013.

BORILLE, R.; JÁCOME, I.M.D.T.; ROSSI, L. A.; et al. Efeitos do uso da tecnologia de LED na iluminação artificial de codornas japonesas. In: Anais: 47ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2010, SALVADOR-BA. Anais da 47ª reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 2010.

BRIDI, A. M. Instalações e ambiência em produção animal. Disponível em: [HTTP://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia\\_arquivos/InstalacoeseAmbienciagemProducaoAnimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoeseAmbienciagemProducaoAnimal.pdf). Acesso em: 09/12/2011.

BUFFINGTON et al. Black globe humidity comfort index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transaction of the ASAE, v.24, n.4, p.711-714, 1981.

CASTELLÓ LLOBET, J.A., PONTES, P.M. Y GONZÁLEZ, F.F. 1989. Producción de huevos. Technograf. Barcelona. 367 pp.

CELIK, L. B.; TEKELI, A.; OZTURKCAN, O. Effects of supplemental L-carnitine in drinking water on performance and egg quality of laying hens exposed to a high ambient temperature, Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v.88, 229-233, 2004.

CERVI, M., PAPPIS, D., MARCHESAN, T. B., CAMPOS, A., PRADO, R. N. (2005). Semiconductor Lighting System Controlled Through a Lin Network to Automotive Application. Industry Applications Conference IAS.

CUNNINGHAM, F.E., COTTERIL, O.J. AND FUNK, E.M. 1960. The effect of season and age of bird. I. On egg size, quality and yield. *Poultry Science*, 39: 289-299.

ENGLERT, S. Avicultura: Tudo sobre raça, manejo e alimentação. 7ª ed.: Guairá: Agropecuária, 1998. 238p.

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

ESMAY, M.L. Principles of animal environment. West Port: AVI Publishing, 1979. 325p.

ETCHES, R.J. 1994. Estímulo luminoso na reprodução. Fisiologia da reprodução de aves. Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas-SP. pp. 59-75.

ETCHES, R.J. 1996. Reproducción aviar. Acríbia. Zaragoza. 339 pp.

FERREIRA, R.A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

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

FREITAS, H. J. de.; COTTA, J. T. de B.; OLIVEIRA, A. I. de.; et al. Efeito de diferentes programas de iluminação para poedeiras semi-pesadas criadas em galpões abertos. *Revista Biotemas*, 23 (2), 2010.

FREITAS, J. H. Avaliação de programas de iluminação para poedeiras leves e semipesadas. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2003. 99p. Dissertação (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Federal de Lavras, 2003.

FREITAS, L.W.; PAZ, I.C.L.A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R.; SENO, L.O.; FELIX, G.A.; LIMA, N.D.S.; FERREIRA, V.M.O.S.; CAVICHIOLO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Revista Agrarian*, v.4, n.1, p.66-72, 2011.

FERREIRA et al. Identificação de características utilizadas para avaliação da qualidade do ovo de codornas através da análise fatorial IX Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal João Pessoa, PB – 20 a 22 de junho de 2012

FURTADO, D.A.; MOTA, J.K.M.; NASCIMENTO, J.W.B.; SILVA, V.R.; TOTA, L.C.A. Produção de ovos de matrizes pesadas criadas sob estresse térmico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.7, p.748-753, 2011.

FURTADO, D.A.; AZEVEDO, P.V.; TINÔCO, I.F.F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental*, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

FURTADO, D.A.; DANTAS, R. T.; NASCIMENTO, J. W. B.; SANTOS, J. T.; COSTA, F. G. P. Efeito de diferentes sistemas de acondicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental*, v.10, n.2, p.484-489, 2006.

GEWEHR, C. E. OLIVEIRA, V.; ROSNIECEK, M.; FOLLMANN, D.D.; CEZARO, A. M. Programas de iluminação para poedeiras semi-pesadas. *Revista Biotemas*. 2012; 25 (1): 151-157.

GEWEHR, C.E.; FREITAS, H.J. Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos. *Revista de Ciências Agro veterinárias*, Lages, v.6, n.1, p.54-62, 2007.

GEWEHR, C. E. ; COTTA, J. T. DE B.; OLIVEIRA, A. I. G. DE; FREITAS, H. J. DE. Efeitos de programas de iluminação na produção de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*). *Ciência agrotécnica*, Lavras, v. 29, n. 4, p. 857-865, 2005.

GONGRUTTANANUN, N. Influence of red light on reproductive performance, eggs shell ultra structure, and eye morphology in Thai-native hens. *Poultry Science* 2011; 90 (12): 2855-2863.

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

GOMES, F.A. Determinação de valores energéticos em alimentos utilizados para codornas japonesas. 63p. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas: Unifenas, 2006.

GUIMARÃES, M. C. DA S. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de codornas nas estações chuvosa e seca no semiárido paraibano – Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande – PB: UFCG, 125p. il, 2012.

HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Magazine*, v.43, p.552-555, 1937.

HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOSEF, M. K. (Ed.). *Stress physiology in livestock*. Boca Raton: CRC PRESS, 1985. p.151-174.

HEMPE, J.K.; LAUXWN, R.C.; SAVAGE, J.E. Rapid determination of egg weight and specific gravity using a computerized data collection system. *Poultry Science*, v.67, p.902-907, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da Pecuária municipal 2010. Comentários. v.35, 2007. Disponível em: [HTTP://www.ibge.gov.br/home/statistica/economia/ppm/2010/comentarios.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/statistica/economia/ppm/2010/comentarios.pdf) Acesso em: 02 fev. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE) – Comentários: Produção da Pecuária Municipal, v.37, 2009. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2008/ppm2008.pdf>. Acesso em 18 de abril de 2010.

JÁCOME, I. M. T. D.; 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 de zootecnia*, vol. 61, núm. 235, p. 449-456. 2012.

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.527-531 2007.

JÁCOME, I.M.T.D., Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves. Tese de Doutorado – Campinas/SP: [s.n], 2009.

JONES, D. R.; MUSGROVE, M. T. Effects of extended storage on egg quality factors. *Poultry Science*, v. 84, p. 1774-1777, 2005.

JUNQUEIRA, O.M.; DUARTES, K.F. Ovos: dicas de como comprar e preservar sua qualidade. *Ave World*, n.22, p.29-36, 2006.

KAROUI, R.; KEMPS, B.; BAMELIS, F.; DE KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; DE BAERDEMAEKER, J. Methods to evaluate egg freshness in research and industry: a review. *European Food Research and Technology*, v. 222, p. 727-732, 2006.

LEANDRO, N. S. M. et al. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia – *Revista Ciência Animal Brasileira*, v. 6, n. 2, p. 71-78, abr./jun. 2005.

LIMA et al. Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião metropolitana de Belém. Rev. Ciência Agrária., Belém, n. 51, p.37-50, Jan. /jun. 2009.

LIN H., MERTENS K., KEMPS B., GOVAERTS T., DE KETELAERE B., DE BAERDEMAEKER J., DECUYPERE E., BUYSE J.: New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. British Poultry Science, 45, 476–482, (2004).

MACARI, M.; MENDES, A.A. Manejo de matrizes de corte. Campinas: FACTA, 2005. 428p.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos decorte. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 296p.

MacLEOD, M.G.; DABHUTA, L.A. Diet selection by Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in relation to ambient temperature and metabolic rate. British Poultry Science, v.38, p.586-589, 1997.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 660-665, 2005. (a)

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Revista Engenharia na Agricultura, v.13, n.4, p.277-286, 2005. (b)

MOLINO, A. B.; GARCIA, E. A.; GONÇALVES, H. C.; PELÍCIA, K.; BERTO, D. A.; SILVA, A. P. Avaliação de medidas de qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. In: VIICONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2009, São Pedro, APA, 2009, Anais... p. 164-167.

MORAES, M. T. T. DE. Balanço eletrolítico para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de produção. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 51 f.: il. 2010.

MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C.; PICCININ, A.; SCHERER, M.R.; PIZZOLANTE, C.C. Desempenho e qualidade dos ovos de codornas de quatro grupos genéticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.864-869, 2005.

MOURA, D. J. Ambiência na avicultura de corte. In: *Ambiência na produção de aves em clima tropical. Série engenharia agrícola e construções rurais*, v.2, Piracicaba-SP, 2001. 200p.

MOURA et al. Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.6, p.1266-1271, 2010.

MURAKAMI, A. E., GARCIA, E R. M. Novas tecnologias no sistema de produção de codornas. In: *II Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal. Anais... Palestra Técnica*. 2006.

NÄÄS, I.A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; ARADAS, M.E.C.; SILVA, I.J.O.; BARACHO, M.S. Controle e sistematização em ambientes de produção. In: *SILVA, I.J.O. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Série engenharia agrícola e construções rurais*, v.1, São Paulo: NUPEA – ESALQ, 2001. p165-200.

NÄÄS, I.A. et al. Impact of global warming on beef cattle production cost in Brazil. *Scientia Agrícola*, v.67, n.1, p.1-8, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010390162010000100001&lng=en &nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010390162010000100001&lng=en &nrm=iso&tlng=en)>. Acessoem: 05 nov. 2011. doi: 10.1590/S0103-90162010000100001.

NARDONE, A. et al. Climatic effects on productive traits in livestock. *Veterinary Research Communications*, v.30, n.1, p.75-81, 2006.

NARUSHIN V.G., VAN KEMPEN T.A., WINELAND M.J., CHRISTENSEN V.L. (2004): Comparing infrared spectroscopy and egg size measurements for predicting eggshell quality. *Biosyst. Eng.*, 87, 367–373.

NAZARENO, A. C. Influência de diferentes sistemas de criação na produção de frangos de corte industrial com ênfase no bem-estar animal. 100p. 2008. Dissertação – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2008.

NAZARENO et al. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.6, p.802–808, 2009.

OLIVEIRA, B. L. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 3., 2007, Lavras. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007. 232 p.

OLIVEIRA, B.L. Ovo – Qualidade e Importância, Março de 1999. Ano 102, n.628. Disponível em <<http://www.sna.agr.br/artigos/artitec-ovos.htm>>, acessado em 29/05/2008.

OLIVEIRA, D. L. de. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – UFCG – Campina Grande-PB, 87f.: il., 2012.

ORDÓNEZ, J.A. Ovos e produtos derivados. In: *Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal*. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 269-279.

PARDI, H.S. Influência da Comercialização dos ovos de Consumo. Rio de Janeiro, 1977. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro 73p.

PEREIRA, C. L. Avaliação do conforto térmico e do desempenho de frangos de corte confinados em galpão avícola com diferentes tipos de coberturas. Dissertação (Mestrado

em Zootecnia (Qualidade e Produtividade Animal)) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 103p. 2007.

PEREIRA, D.F. et al. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.12, n.4, p. 265-271, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516635X2010000400008&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516635X2010000400008&script=sci_abstract)>. Acesso em: 06 jul. 2011. doi: org/10.1590/S1516-635X2010000400008.

PEREIRA, J. C. C. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 195p. 2005.

PRESCOTT, N.B.; WATHES, C.M. LIGHT, POULTRY AND VISION. In: 6th International Symposium in Livestock Environment, 2001, Louisville, Proceedings... ASAE Publication Number: 701. P.0201. 2001.

PINHEIRO, J. W., FONSECA, N. A. N., OBA, A. et al. Sistemas de alimentação de poedeiras durante a muda forçada. In: *Zootec, Anais... Zootec*, João Pessoa, PB, 2008.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; VARGAS JÚNIOR, J.G. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A.; SOUZA, H.B.A.; SCATOLINI, A.M.; BOIAGO, M.M. Efeito do horário de fornecimento de rações contendo diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade de ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em final de produção. *Ciência Animal Brasileira*, v.8, n.4, p.677-683, 2007.

PROUDFOOT, F.G. The decline of internal egg quality during storage at 30°F and 70°F among six strains of Leghorns reared in confinement and on range. *Poultry Science*, 41: 98-103. 1962.

QUADROS et al. Qualidade de ovos de galinha comercializados em Barreiras, BA, estocados em diferentes condições de temperatura. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambientais, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 363-369, out./dez. 2011.

RECH, O.A. Controlando a qualidade de gema de ovos comerciais. Disponível em <[http://avicultura.com.pt/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=23&id=94&Itemid=159](http://avicultura.com.pt/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=23&id=94&Itemid=159)>. Acesso em abril de 2009.

RIZZOTTO, D.W.; ENGROFF, G.S.; JÁCOME, I.M.T.D.; et al. Influência de diferentes cores de iluminação artificial sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas. In: XXII Latin American Poultry Congress. Buenos Aires, Argentina. September 6-9, 2011.

RONCHI, C. Principais práticas de manejo para aves recém-nascidas (2004). Disponível em: <<http://centrodepesquisasavicolas.files.wordpress.com/2011/03/manejo-de-aves-recc3a9m-nascidas.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

ROSTAGNO, H. S. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais, 3º ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO,2011.

ROZENBOIM, I.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O.; PROUDMAN JA, AND UNI Z. The Effect of heat stress on ovarian function of laying hens, Poultry Science 2007; 86 (8): 1760-1765.

ROZENBOIM, I.; ZILBERMAN, E.; AND GVARZYAHU, G. New monochromatic light source for laying hens. Poultry Science 1998; 77: 1695–1698.

SAMLI, H.E.; SENKOYLU, N.; OZDUVEN, M.L. Effects of Storage Time on Egg Quality of Laying Hens Fed on the Diets with Various By-Product Oils from the Oilseed Extraction Refinery. Pakistan Journal of Nutrition, v.5, n.2, p.406-409, 2006.

SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R. N. B.; FREITAS, E. R.; GUERRA, J.L.L.; SANTOS, A. B. E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.29, n.3, p.513-517, 2009.

SANTANA, M. R. DE et al. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes cores na iluminação artificial. *Anais... 49a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia - A produção animal no mundo em transformação*. Brasília – DF, 23 a 26 de Julho de 2012.

SARCINELLI, M.F.; VENTURINI, K.S.; SILVA L.C. Características dos ovos. *Boletim Técnico Universidade Federal do Espírito Santo*, 2007.

SAUVEUR, B. Photo periodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. *Animal Production*, Edinburgh, v. 9, n. 1, p. 25-34, 1996.

SAVASTANO JR, H.; LUZ, P. H. C.; FARIA, D. E.; et al. Estudo do desempenho de alguns sistemas de cobertura, visando o conforto térmico em aviários, e sua inter-relação com a produção animal. In: *CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA*, 1996, Curitiba. *Anais... Campinas: Facta*, 1996. p.65.

SCHUBERT, E.F. 2003. *Light Emitting Diodes*. 1ª.ed. Cambridge.

SEVEGNANI, K. B.; MOURA, D. J.; SILVA, I. J. O.; MACARI, M.; NÄÄS, I. A. Perdas de calor sensível e latente em frangos de corte aos 49 dias, expostos à ventilação forçada. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais...*, 38, FEALQ. Piracicaba, p.16-17, 2001.

SHARP, P. F & POWELL, C. K. In: *Egg Science and Technology*. Westport, Connecticut, the AVI Publishing Company INC, pg.34, 1

SILVA, J.H.V.; SANTOS, V.J. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca de ovos durante a muda forçada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.5, p.1440-1445, 2000.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. Tabelas para codornas japonesas e europeias: tópicos especiais, composição de alimentos e exigências nutricionais. 2ª Edição. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 107p.

SILVA, R. M.; FURLAN, A. C.; TON, A. P. S.; MARTINS, E. N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A. E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.

SILVA et al. Força de ruptura da casca do ovo em função das temperaturas da água e do ambiente. Revista da Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS - v.27, n.1, p.13-18, 2012.

SILVERSIDES, F.G.; AND BUDGELL, K. Education and Production: The Relationships Among Measures of Egg Albumen Height, pH, and Whipping Volume. Poultry Science 2004; 83 (10): 1619–1623.

SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura, 2002, lavras, MG. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.27-36.

SOLOMON, S.E. Egg & Eggs shell quality. Aylesbury, England: Wolfe Publishing, 1981,149.

TINÔCO, I. F. F., Ambiência e instalações para avicultura industrial. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (27º: Poços de Caldas, MG). Terceiro Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de construções Rurais. Editado por Victor Hugo Teixeira, Lucia Ferreira. Lavras: UFLA/SBEA, 1998: p. 1-86.

THOM, E.C. The discomfort index. Weatherwise, v.12, p. 57-56, 1959.

TOGASHI, C. K. SOARES, N. M.; MURAKAMI, A. E. Levantamento técnico das granjas produtoras de ovos de codornas localizadas em Bastos e região, estado de São Paulo. Informações Econômicas, v.38, n. 12, p. 27-30, 2008.

TORQUATO et al. Temperatura corporal de codornas (*coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes temperaturas do ar. X Congresso de Ecologia do Brasil, 16 a 22 de Setembro de 2011, São Lourenço – MG.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semiárido paraibano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v.11, n.6, p.652–657, 2007.

VERCESE, F.; GARCIA, E.A.; SARTORI JR.; PONTES SILVA, A. DE P.; FAITARONE, A. B. G.; BERTO, D. A.; MOLINO, A. DE B.; PELÍCIA, K. Performance and egg quality of japanese quails submitted to cyclic eat stress. Brazilian Journal of Poultry Science. v.14, n.1, 37-41, Jan - Mar 2012.

VURSAVUS, K., & ÖZGÜVEN, F., Mechanical behavior of apricot pit under compression loading. Journal of Food Engineering, 65, 255–261. 2004.

XAVIER, I.M.C.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C. et al. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia, v.60, p.953-959, 2008.

XIE, D.; WANG, Z. X.; DONG, Y. L.; CAO, J.; WANG, J. F.; CHEN, J. L.; CHEN, Y. X. Effects of Monochromatic Light on Immune Response of Broilers. Poultry Science. vol. 87 no. 8 1535-1539. August 2008.