



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

SAMARA PAULA VERZA

**LED EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS**

BANDEIRANTES-PR, BRASIL
2016

SAMARA PAULA VERZA

**LED EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva

Coorientadora: Prof^a Dr^a Claudia Yurika Tamehiro

BANDEIRANTES-PR, BRASIL
2016

Verza, Samara Paula

V645L LED em sistemas de iluminação para poedeiras
comerciais / Samara Paula Verza. – Bandeirantes, 2016.
61 f. ilust.

Orientador: Prof^a. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva.
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Yurika Tamehiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, 2016.

Banca: Dr. Marcos Augusto Alves da Silva, Dr^a. Nilce
Maria Soares, Dr^a. Márcia Izumi Sakamoto.

1. Avicultura de postura. 2. Diodo emissor de luz. 3.
Energia elétrica. 4. Ovos. 5. Programa de luz. I. Universidade
Estadual do Norte do Paraná. II. Título.

CDD – 636.5

SAMARA PAULA VERZA

**LED EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do
Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: / /2016

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva

UENP

Dr^a. Nilce Maria Soares

Instituto Biológico

Prof^a. Dr^a. Márcia Izumi Sakamoto

UNICASTELO

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
Campus Luiz Meneghel

DEDICATÓRIA

Dedico este Mestrado aos meus pais, Mire e Eva por me darem a vida, o estudo e o exemplo de humildade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me concedeu a vida e foi minha fortaleza nos momentos difíceis.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, pela paciência, pelo estudo e principalmente pelo exemplo que me deram.

A minha irmã e meu cunhado pelos conselhos, atenção e motivação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva, pelo incentivo desde o início do trabalho, pela compreensão em meio às dificuldades e turbulências, pelo exemplo de humildade e amizade.

À Granja São José e em especial ao Sr. José Moleiro Toral, pela oportunidade e espaço concedido para realização do presente trabalho, por todo apoio que me deram durante a condução do experimento e principalmente pela confiança depositada.

À Atamiris Rodieli do Amaral e José Vanil de Oliveira pela boa vontade e auxílio na condução de todo o experimento na Granja São José.

Ao Instituto Biológico, por permitir a utilização da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento, localizada no município de Bastos-SP, para realização das análises de qualidade de ovos, em especial a Prof^a Dr^a Nilce Maria Soares pelo conhecimento e auxílio fornecido durante a condução das análises.

À todos os professores do programa de Pós Graduação em Agronomia, em especial minha Coorientadora Prof^a Dr^a Claudia Yurika Tamehiro pelo apoio e pelos ensinamentos ministrados que ajudaram na minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de mestrado.

À banca de qualificação composta pelos professores: Dr^a Érika Cosendey Toledo de Mello Peixoto e Dr. Marcio Massashiko Hasegawa, pela disponibilidade, contribuições e questionamentos.

À banca examinadora composta pela Dr^a Nilce Maria Soares e Dr^a Márcia Izumi, pela disponibilidade, contribuições e por participar de um momento tão importante para mim.

Ao meu amigo Alexandre Breganó, que participou da condução do experimento durante os domingos e feriados, me incentivando e tornando os momentos de trabalho mais engraçados.

Ao meu amigo querido, Fausto Ribas Chadi o qual foi o grande responsável pelo meu interesse em atuar na área de avicultura de postura com nosso projeto “Galinha Feliz”.

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

Algumas vezes, o esforço é justamente o que precisamos em nossa vida. Se Deus nos permitisse passar através de nossas vidas sem quaisquer obstáculos, Ele nos deixaria aleijados. Nós não iríamos ser tão fortes como poderíamos ter sido. Nós nunca poderíamos voar.

*“ Eu pedi Força...
e Deus me deu Dificuldades para me fazer forte.
Eu pedi Sabedoria...
e Deus me deu Problemas para resolver.
Eu pedi Prosperidade...
e Deus me deu Cérebro e Músculos para trabalhar.
Eu pedi Coragem...
e Deus me deu Perigo para superar.
Eu pedi Amor...
e Deus me deu Pessoas com problemas para ajudar.
Eu pedi Favores...
e Deus me deu Oportunidades.
Eu não recebi nada do que eu pedi...
Mas eu venho recebendo o suficiente para o que eu preciso!”*

Autor Desconhecido

VERZA, S.P. **LED em sistemas de iluminação para poedeiras comerciais.** 2016. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus Luiz Meneghel*, Bandeirantes, 2016.

RESUMO

Iluminação artificial é uma importante ferramenta para manutenção do sistema reprodutivo da ave e conseqüentemente, boa produção de ovos. Entretanto, os aumentos nos custos com energia elétrica têm afetado diretamente o setor avícola e a utilização deste manejo. Este trabalho objetivou avaliar o efeito do diodo emissor de luz sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais, quantificar o consumo de energia elétrica gasto em kWh e analisar a eficiência financeira do LED. O experimento foi conduzido em granja comercial, utilizaram-se quatro galpões do tipo californianos onde foram alojadas 8000 aves da linhagem Lohmann LSL com 39 e 59 semanas de idade. Os tratamentos foram compostos por lâmpadas LED de 5W (6500 K) e lâmpadas fluorescentes compactas de 9W (6400 K). As aves foram submetidas a um fotoperíodo contínuo de 16 horas de luz (natural+artificial) e dietas formuladas de acordo com suas necessidades nutricionais. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado contendo dois tratamentos e oito repetições. Características de desempenho como, produção de ovos (%), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (kg/dúzia), conversão alimentar (Kg/Kg), ovo por ave alojada e viabilidade não apresentaram influência ($P>0,05$) entre os tratamentos. Peso médio de ovos (g), densidade específica (g/cm^3), resistência de casca (kgf) e percentagem de casca (%) não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos, entretanto Unidade Haugh foi maior ($P<0,05$) para ovos no tratamento com fluorescente compacta. O consumo de energia elétrica foi maior ($P>0,05$) no sistema de iluminação com lâmpadas fluorescentes, sendo que o LED apresentou mais de 50% de economia de energia para emitir a mesma quantidade de luz, além disso apresentou alta eficiência financeira devido a sua longa vida útil.

Palavras-chaves: avicultura de postura; diodo emissor de luz; energia elétrica; ovos; programa de luz;

VERZA, S.P. **LED lighting systems for laying hens**. 2016. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2016.

ABSTRACT

Artificial lighting is an important tool for maintaining the reproductive system of the hens and consequently good egg production. However the increases in energy costs have directly affected the poultry production and the use of management. This work aimed to evaluate the effect of led on the performance and egg quality of laying hens, to quantify the commercial electricity consumption in kWh and analyze the financial efficiency of the LED. The experiment was conducted in a commercial farm used four poultryhouses of type Californians where they were housed 8000 bird lineage with 39 and 59 LSL Lohmann weeks of age. The treatments were composed by LED lamps of 5W (6500 K) and 9W compact fluorescent lamps (6400 K). The birds were subjected to a photoperiod of 16 hours of continuous light (natural + artificial) and formulated diets according to their nutritional needs. The experimental design was completely randomized design containing two treatments and eight repetitions. Performance characteristics such as production of eggs (%), feed intake (g/bird/day), feed conversion (kg/dozen), feed conversion (Kg/Kg), egg per bird housed and viability showed no influence ($P > 0.05$) between treatments. Average egg weight (g), specific density (g/cm³), eggshell strength (kgf) and percentage of eggshell (%) did not differ ($P > 0.05$) among the treatments, however Haugh Unit was higher ($P < 0.05$) for eggs in compact fluorescent treatment. The electric energy consumption was higher ($P > 0.05$) lighting system with fluorescent lamps, LED more than 50% of introduced energy saving to emit the same amount of light also presented high financial efficiency due to their long life.

Keywords: eggs; electric energy; layer production; layers; lighting program;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 PANORAMA DA AVICULTURA DE POSTURA	2
2.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA VISUAL DAS AVES	3
2.3 FISIOLOGIA REPRODUTIVA E HORMONIOS ENVOLVIDOS	5
2.4 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL PARA POEDEIRAS	7
2.5 CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS	9
2.6 TIPOS DE LÂMPADAS	10
2.7 DIODO EMISSOR DE LUZ – “LED”	11
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
4 OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5 ARTIGO: LED EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PARA POEDEIRAS COMERCIAIS.....	19
5.1 INTRODUÇÃO	19
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.4 CONCLUSÕES	29
5.5 AGRADECIMENTOS	30
5.6 CONFLITO DE INTERESSES	30
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

O setor avícola voltado para produção de ovos comerciais têm apresentado avanços no quesito produção, número de aves alojadas e modernização das instalações nos últimos anos, entretanto o Brasil ocupa ainda a sexta posição no ranking dos maiores produtores.

A produção de poedeiras no país se desenvolve em galpões abertos, tal fato só é possível devido ao clima tropical que permite a utilização deste tipo de instalações. Os galpões geralmente são equipados com exaustores, cortinas, nebulizadores e outros equipamentos para tornar o ambiente adequado às necessidades fisiológicas das aves e consequentemente, favorável à produção de ovos (BORRILE et al., 2014).

A utilização de galpões abertos é benéfica, pois permite a utilização da iluminação natural, o que se faz necessário para manter a produção, já que as aves são animais foto responsivos, sendo que, o estímulo luminoso age positivamente sobre a fisiologia do aparelho reprodutivo, desencadeando a liberação de hormônios fundamentais para manutenção do sistema reprodutivo e produção de ovos. Desta forma, os programas de iluminação empregados na atividade utilizam luz artificial apenas para complementar o período de luz necessário para a fase fotossensível das aves.

Programas de iluminação favorecem o crescimento e maturidade sexual, estimulam o aparelho reprodutor propiciando aumento da produção de ovos (FREITAS et al., 2010). Além disso, pode-se antecipar ou retardar o início da postura, diminuir seu intervalo e favorecer melhorias na qualidade da casca e no tamanho dos ovos, uma vez que a eficiência alimentar pode ser maximizada pelo regime luminoso (ETCHES, 1994).

Embora o cenário pareça promissor, a avicultura brasileira ainda possui alguns entraves no quesito manejo e instalações, entre eles o alto desperdício de energia elétrica em seus vários estágios de produção. Nesse aspecto a energia elétrica representa-se importante no custo final de produção (JORDAN; TAVARES, 2005; JACOMÉ, 2012). A iluminação dos galpões de poedeiras é responsável por desperdícios já que os sistemas de iluminação utilizados são normalmente compostos por um número de lâmpadas de alta potência e baixa eficiência. Neste sentido faz se necessário o estudo e a aplicação de novas tecnologias para minimizar os gastos com energia elétrica.

Diversas lâmpadas já foram testadas nos galpões de produção de ovos, porém, estudos ainda são realizados em busca de maior durabilidade e menor custo (NUNES et al., 2013).

Como alternativa para minimizar os custos com energia elétrica, uma nova tecnologia está disponível no mercado, são os Diodos Emissores de Luz (LED) que possuem alta eficiência energética e longa vida útil, disponíveis em diversas cores (MOLINO et al., 2015). O tempo de vida útil de uma lâmpada de LED é de aproximadamente 50000 horas, enquanto a fluorescente compacta é de 8000 horas e a incandescente é de 1000 horas (LIU et al., 2010).

Diante do exposto, a diminuição dos custos de produção é a principal forma de tornar o produto final mais acessível e favorecer a sustentabilidade do sistema de produção de ovos, neste sentido a aplicação da tecnologia LED é uma alternativa inovadora que vem sendo adotada nos programas de iluminação para poedeiras comerciais. O presente estudo tem o objetivo de avaliar os efeitos da utilização do diodo emissor de luz como alternativa sustentável sob a produção e qualidade de ovos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA DA AVICULTURA DE POSTURA

A produção avícola brasileira determina importante impacto sobre a economia nacional. O Brasil ocupa o sexto lugar no ranking dos maiores produtores de ovos, estando a sua frente, China, Estados Unidos, Índia, Japão e México. Entretanto, o país detém ainda 3,34% da produção total de ovos do mundo (SEAB, 2012/2013).

A produção brasileira de ovos em 2015 totalizou 39,5 bilhões de unidades, recorde histórico que superou em 6,1% a produção registrada no ano anterior. O expressivo aumento da produção impulsionou também o consumo de ovos no país em 2015, que chegou a 191,7 unidades *per capita*, número 5,2% superior ao obtido em 2014, que foi de 182 ovos. Entretanto, o alojamento de aves poedeiras foi 2,5% inferior ao ano de 2014. São Paulo seguiu como principal produtor de ovos, com 31,77% do alojamento total do Brasil. Em segundo lugar, Minas Gerais foi responsável por 12,24% do total. No terceiro posto ficou o Espírito Santo, com 9,73%. Em quarto lugar, o Mato Grosso alojou 6,56%. Na quinta posição veio Pernambuco, com 6,25% do total nacional (ABPA, 2016).

No Brasil, o sistema de produção de ovos comerciais está baseado em sistemas de produção independentes com pequenos, médios e grandes produtores, e predomínio de instalações abertas.

O país exporta ovos *in natura* e industrializados para países da América Latina, África e Ásia, e possui potencial para aumentar significativamente as exportações nos próximos anos já que o custo de produção é menor quando comparado com países da Europa e Ásia (ABPA, 2014).

Embora as condições sejam favoráveis para produção de ovos no Brasil e a ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal) afirma sobre contínua evolução no plantel de poedeiras e, conseqüentemente, na produção de ovos comerciais, o consumo de ovos não tem acompanhado o crescimento do setor, fato que pode ser relacionado ao difícil ano de 2015, sendo o consumo de alimentos, principalmente proteína animal, diretamente afetado (AVISITE, 2015).

Diante deste cenário, a diminuição dos custos de produção é a principal forma de tornar o produto final mais acessível e aproveitar o momento para fomentar o consumo, já que o ovo é uma proteína de origem animal de menor custo.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA VISUAL DAS AVES

A visão é fator de grande importância no comportamento e bem-estar das aves. O sistema visual das aves é altamente especializado, bem como, a maior parte do seu comportamento é mediada pela visão (MENDES et al., 2013).

A luz é composta por um amplo espectro de ondas eletromagnéticas, sendo a porção visível do espectro relativamente pequena, e composta de comprimentos de onda de aproximadamente 350-800 nm (NUNES et al., 2013).

As aves possuem dois tipos de células fotorreceptoras na retina do olho: bastonetes e cones. Os bastonetes são mais numerosos, com sensibilidade máxima de 507 nm (azul/ verde claro) e possibilitam enxergar em ambientes com pouca luz (<0,4 lux), mas são incapazes de distinguir outras cores. Em contraste, os cones são sensíveis a níveis mais brilhantes de iluminação (a partir de 0,4 lux e máxima de 44 lux) e permitem a percepção da cor (PHILIPS LIGHTING, 1988 citado por LEWIS; MORRIS, 2000; MENDES et al., 2010).

Existem três tipos de cones com picos de sensibilidade responsáveis pela percepção das cores primárias: 450 nm (azul/violeta), 550 nm (verde) e 700 nm (vermelho),

as quais quando estimuladas junto produzem a sensação da cor branca (PRITCHARD, 1995 citado por LEWIS; MORRIS, 2000). Em humanos os cones são responsivos a radiação eletromagnética entre aproximadamente 400 – 730 nm, com a máxima resposta a 555 nm, os olhos das aves, no entanto, possuem um tipo adicional de cone na retina, o qual o pico sensitivo é próximo a 415 nm, mas podem transmitir comprimentos de onda mais curtos que 400 nm, isso significa que as aves podem enxergar uma parte da faixa ultra-violeta e perceber as cores de forma diferente dos humanos. A sensibilidade máxima das aves ocorre na banda verde-amarelo (545-575 nm) do espectro (MOBARKEY et al., 2010), o que é semelhante para os seres humanos. No entanto, a sensibilidade espectral das aves entre 400 e 480 nm e entre 580 e 700 nm é maior do que a de humanos. Isso pode resultar em aves perceber algumas fontes de luz como mais brilhante em relação aos seres humanos iriam percebê-los, mas o grau de brilho adicional irá variar com a fonte (LEWIS; MORRIS, 2000).

O tabela 1 apresenta os comprimentos de onda em função das diferentes sensações de cor.

Tabela 1 - Comprimento de onda em função das diferentes sensações de cor

Cor	Comprimento de onda (nm)
violeta	380 – 435
azul	435 – 500
verde	500 – 565
amarelo	565 – 600
laranja	600 – 630
vermelho	630 – 780

Fonte: LEWIS & MORRIS (2000)

A luz é percebida por fotorreceptores, que transformam a energia contida nos fótons em sinal biológico. 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 (ETCHES, 1994). A percepção da luz pelos olhos está mais relacionada com comportamento e bem estar das aves, Prescott e Watches (1999) afirmam que, frangos de corte podem apresentar desvios de comportamento quando há excesso ou escassez de luz, comprometendo seu bem-estar e, conseqüentemente, sua produtividade.

Além da percepção de luz pela retina, as aves podem sentir a luz por meio da glândula pineal comumente chamado de "terceiro olho" situado na superfície dorsal do cérebro. A glândula pineal da ave está particularmente envolvida no controle dos ritmos circadianos e da atividade sexual (CANEPPELE et al., 2013). O ritmo circadiano coordena uma programação temporal de eventos bioquímicos, fisiológicos, imunológicos e comportamentais que irão determinar o desempenho produtivo (consumo de ração, atividade motora, temperatura corporal, entre outros) e sanitário do lote (ABREU; ABREU, 2011).

Para finalidades de reprodução, entretanto, a percepção da luz depende principalmente de fotorreceptores hipotalâmicos que são os transformadores biológicos que convertem a energia do fóton em impulsos neurais. Esses impulsos neurais são então amplificados pelo sistema endócrino, para controlar a função testicular e ovariana e, por consequência, as múltiplas funções reprodutivas, comportamentais e as características sexuais secundárias (ETCHES, 1994).

Os padrões de luz e escuridão que alcançam os fotorreceptores extrarretinais através do crânio são usados para dar informação ao animal sobre o fotoperíodo e mudanças sazonais. Esta informação influencia diretamente a liberação de serotonina e melatonina, que juntas exercem influência sobre funções do sistema endócrino, como: controlar a secreção de gonadotrofina, hormônio receptor (GnRH), glândula pituitária para liberar hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo estimulante (FSH), além disso podem ter influencia sobre oscilações diurnas, incluindo atividade locomotora, temperatura corporal e sincronismo da migração e reprodução sazonal (LEWIS; MORRIS, 2000).

2.3 FISIOLOGIA REPRODUTIVA E HORMONIOS ENVOLVIDOS

Existem três teorias para explicar o efeito da luz sobre a atividade reprodutiva das aves: uma delas é através do olho, outra é pela glândula pineal e a terceira e mais aceita é diretamente sobre o hipotálamo (ETCHES, 1994). Um estudo realizado mostrou que escurecendo a cabeça de pardais com tinta preta sua resposta sexual foi bloqueada, entretanto, privando o olho de acesso à luz não teve qualquer efeito (SAUVEUR, 1996)

O hipotálamo é o principal centro de controle hormonal e está localizado na base do cérebro próximo a hipófise. O hipotálamo recebe sinais neurais, ambientais e hormonais de dentro e fora do animal e usa estas informações para controlar a hipófise, gônadas e outros órgãos. As células neurosecretoras do hipotálamo se comunicam direto com

a hipófise anterior através da corrente sanguínea, o hormônio liberador de gonadotrofina ou GnRH é o principal hormônio hipotalâmico responsável por estimular a hipófise anterior a liberar hormônio luteinizante (LH), hormônio folículo estimulante (FSH) e prolactina (PROUDMAN, 1994).

O aparelho genital das aves domésticas é composto por um ovário e um oviduto funcional, que se localizam do lado esquerdo da cavidade abdominal da ave. Durante o período embrionário, o oviduto e o ovário do lado direito estão inicialmente presentes. Entretanto, a produção de substâncias inibidoras do ducto de Müller (origem do oviduto) pelo ovário resulta em regressão do ducto direito e do ovário direito (BAHR; JOHNSON, 1991 citado por RUTZ et al., 2007).

Frangas em crescimento apresentam altos níveis de LH no início do desenvolvimento do ovário e, os folículos pequenos produzem andrógenos e estrógenos, que resulta em crescimento e coloração de crista e barbelas e crescimento do oviduto. À medida que a puberdade se aproxima, o LH faz um feedback negativo com a hipófise para diminuir sua secreção. Os níveis de estrógeno então declinam enquanto progesterona aumenta à medida que os folículos maturam até o tamanho necessário pra ovulação. Quando o folículo estiver maturo a alta secreção de progesterona culmina em uma liberação de LH repentina causando ruptura folicular e ovulação, diferente dos mamíferos, no qual a ovulação se dá por pico de estrógeno (PROUDMAN, 1994).

Ainda em mamíferos diversos folículos podem ovular em um determinado momento dentro de um intervalo de vários dias ou semanas, enquanto que em aves, um único folículo ovula e o óvulo (gema) é liberado, mas dentro de um intervalo mais curto, preferencialmente todos os dias (PROUDMAN, 1994).

Nas aves, os folículos grandes e amarelos, destinados à ovulação estão organizados dentro de uma hierarquia. O controle da hierarquia folicular que permite a ovulação diária é estabelecido pelos folículos pequenos (6 a 8 mm). O folículo amarelo que ultrapassar 8 mm em diâmetro, entra em hierarquia, continua a desenvolver e ovula. Entretanto, eventos moleculares dentro de folículos menores (< 8 mm) fazem com que muitos folículos entrem em regressão (PROUDMAN, 1994).

Uma das principais funções dos ovários é a produção de hormônios esteróides, essenciais para o crescimento e função do trato reprodutivo. A progesterona atua na secreção de albúmen (maturação do folículo) e indução do pico de LH (ovulação). Os androgênios atuam em características sexuais secundárias (crista e barbela). Os estrogênios

atuam na síntese da gema pelo fígado, mobilização de cálcio dos ossos medulares para a glândula da casca (BAHR; JOHNSON, 1991 citado por RUTZ et al., 2007).

O outro hormônio produzido pela hipófise anterior é o FSH que pode estimular a produção de hormônios esteroides pelas células do folículo em desenvolvimento, particularmente dos folículos menores, entretanto suas funções não estão bem definidas na reprodução das aves (RUTZ et al., 2007).

No período de escuro, há liberação da melatonina, produzida pela retina e principalmente pela glândula pineal, a redução dos níveis desse hormônio sinaliza para o hipotálamo, que se o eixo reprodutivo estiver maduro, as aves estão prontas para se tornarem maduras sexualmente (APPLEBY et al., 2004 citado por NUNES et al., 2013). A melatonina possui ação inibitória sobre a síntese e liberação do hormônio inibidor de gonadotropinas (GnIH) (TSUTSUI et al., 2012).

A glândula pineal nas aves está particularmente envolvida no controle dos ritmos circadianos e da atividade sexual (CANEPPELE et al., 2013). As aves usam o ritmo circadiano para distinguir a duração do dia e possuem uma fase fotossensível máxima que ocorre entre 11 a 15 horas de luz. Nessa fase fotossensível ocorrem mecanismos neuro-hormonais que controlam as funções reprodutivas, fotoperíodos curtos não estimulam a secreção adequada de gonadotrofinas pelas aves.

Quando os níveis de melatonina estão baixos há liberação de LH e FSH, ambos ligam-se aos seus receptores na teca e células granulosas do folículo ovariano, estimulando a produção de andrógenos e estrógenos pelos folículos pequenos e produção de progesterona pelos folículos pré-ovulatórios maiores (ROCHA, 2008).

Neste contexto, os dias curtos não são capazes de estimular a secreção adequada de gonadotrofinas, pois não iluminam toda a fase fotossensível. Desta forma, a produção e liberação de LH fica comprometida podendo interferir nas funções reprodutivas, comportamentais e características sexuais secundárias das aves (ETCHES, 1994; ROCHA, 2008).

2.4 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL PARA POEDEIRAS

O fotoperiodismo é um fator ambiental importante na reprodução das aves, responsável por sincronizar as estações reprodutivas com a época ótima do ano para a

sobrevivência da prole, sendo a duração do dia (período com luz) o que regula e determina a dinâmica do ciclo sexual de aves domésticas e silvestres (JOHNSON, 2006).

O programa de iluminação utilizado na avicultura de postura (poedeiras e codornas) tem por finalidade estimular o aparelho reprodutor das aves e aumentar a produção de ovos (ETCHES, 1994).

A luz artificial é rotineiramente utilizada nos sistemas de iluminação para poedeiras comerciais, podendo retardar ou acelerar maturidade sexual e estimular a postura de ovos e aperfeiçoar o ganho de peso em poedeiras e matrizes (FREITAS et al., 2005; ARAUJO et al., 2011). O atraso do início da produção de ovos por meio de procedimentos de controle de luz também altera outros fatores de produção, como: melhor qualidade de casca, menor número de ovos de duas gemas e deformados, e menor mortalidade por prolapso (ARAUJO et al., 2011).

O fornecimento de luz durante o período noturno tem a finalidade de permitir que as aves possam ingerir água e ração, melhorar o crescimento e adaptação ao ambiente nos primeiros dias de vida e durante todo o período de criação (NUNES et al., 2014)

Diversos sistemas de iluminação podem ser empregados na avicultura, sendo que o ideal a ser fornecido às aves seria aquele que proporcionasse a máxima produção de ovos com mínimo consumo de ração e energia elétrica (FREITAS et al., 2010).

Fotoperíodos contínuos de aproximadamente 16-17 h diariamente têm sido usados na produção comercial de ovos, com uma intensidade luminosa de 22 lux. Em países tropicais, onde as galinhas são mantidas geralmente em galpões abertos, a luz artificial é utilizada apenas para complementar o fotoperíodo natural (MOLINO et al., 2015).

Para se atingir o índice de iluminância necessária à estimulação fisiológica, empregam-se normalmente sistemas de iluminação artificiais compostos por um elevado número de lâmpadas de alta potência e baixa eficiência, causando incremento substancial nos custos de produção final (NUNES et al., 2013). Em países onde o clima não permite a produção de poedeiras em instalações abertas e a iluminação artificial é utilizada para fornecer todo período de luz (16-17h), os programas de luz intermitentes têm sido objeto de estudo devido à racionalização do consumo de energia elétrica. No Brasil, o uso de instalações abertas permite a utilização de luz artificial apenas para complementar o período de luz natural, entretanto, não descarta-se a utilização de estratégias para minimizar os gastos com energia elétrica, visto que recentemente os sucessivos aumentos no custo da energia elétrica tem sido um entrave para o setor.

2.5 CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS

Existe uma grande diversidade de lâmpadas disponíveis para utilização nos programas de luz, cada lâmpada oferece um espectro luminoso diferente, e este fator pode causar influência sobre a produção e a qualidade dos ovos (ETCHES, 1994). Partindo-se deste princípio, conhecer as características das diferentes fontes de luz e quais os efeitos destas sobre a fisiologia e bem estar das aves é fundamental para aplicação de um programa de luz eficiente.

O ambiente visual possui algumas propriedades, tais como: iluminância (fluxo luminoso), variação espacial, temperatura das cores e as oscilações das lâmpadas, a percepção destas propriedades depende da sensibilidade espectral das aves que é diferente de humanos (PRESCOTT & WATCHES, 2010; MENDES et al., 2010), desta forma as aves podem perceber cores de formas diferentes em relação aos humanos, bem como visualizar faixas de onda no fim do espectro como a radiação ultra violeta e infra vermelho (MENDES et al., 2013).

O fotoperíodo corresponde a uma alteração na intensidade luminosa dos dias, portanto é esperado que a cor, que é essencialmente uma alteração na intensidade em certos comprimentos de onda, afete o crescimento e o comportamento das aves (MENDES et al., 2013).

Diversos trabalhos vêm sendo conduzidos (GOUGRUTTANANUN; GUNTAPA, 2012; da SILVA et al., 2012; JACOMÉ et al., 2012; HASSAN et al., 2013; BORRILE et al., 2013; MENDES et al., 2013) a fim de avaliar os efeitos das diferentes cores e intensidade de luz sobre o comportamento e a fisiologia das aves. Mendes et al. (2013) observaram que durante os primeiros dias da criação de frangos, a luz tipo onda curta estimula o crescimento, enquanto que, a maturidade sexual é acelerada pela luz de onda longa. Existem estudos investigando a possibilidade de utilizar luz azul durante todo o crescimento dos frangos. Isto decorre do fato de que as aves expostas à luz azul e verde mantêm-se mais calmas do que aquelas expostas à luz branca ou vermelha.

Praytino et al. (1997) observou que aves expostas a luz de comprimento de onda longo como vermelho podem ficar mais agitadas do que comprimentos de onda curtos como o azul, entretanto em aves poedeiras a luz vermelha tem maior efeito sobre o estímulo do sistema reprodutivo, podendo aumentar a produção de ovos (GONGRUTTANANUN; GUNTAPA, 2012). Isso pode ser explicado pelo maior poder de penetração da luz de comprimento de onda longa pela via transcraniana (MENDES et al., 2013).

A intensidade luminosa fornecida às aves também pode afetar diretamente o desempenho produtivo das mesmas, assim é necessário adaptar o tipo de lâmpada, levando em conta a oscilação de intensidade, temperatura cromática, distribuição da iluminação e a quantidade de lux (incidência perpendicular de 1 lúmen em uma superfície de 1 metro quadrado) a ser fornecido em um sistema de iluminação avícola (MENDES et al., 2010).

Além do comprimento de onda e a intensidade de luz que pode variar para cada fase de produção, bem como o tipo de produção, outros princípios importantes que envolvem a iluminação são, duração da incidência de luz e distribuição dos diferentes tipos de lâmpadas (MENDES et al., 2013). Estes princípios possuem influencia direta sobre o desempenho das aves (MENDES et al., 2010; GONGUTTANANUN; GUNTAPA, 2012).

Com objetivo de otimizar a eficiência luminosa e minimizar os custos de produção, novas lâmpadas têm surgido no mercado. As fluorescentes compactas e de vapor de sódio já vêm sendo utilizadas na substituição de lâmpadas incandescentes. Uma nova tecnologia tem sido empregada nos aviários, demonstrando resultados positivos superiores as fluorescentes, são os diodos emissores de luz (LEDs), que fornecem iluminância e vida útil superiores às fontes de luz tradicionalmente empregadas na avicultura.

2.6 TIPOS DE LÂMPADAS

A escolha do tipo de lâmpada para o programa de iluminação dependerá de alguns fatores como custo, durabilidade, manutenção e eficiência. Utilizando um programa de luz adequado e um número correto de lâmpadas para o ambiente, não haverá diferenças no desempenho dos animais. Contudo o consumo de energia pode diferir (ARAÚJO et al., 2011).

As lâmpadas incandescentes são comumente utilizados em galpões de aves para postura e fornecem uma iluminação uniforme, no entanto, a sua taxa de conversão de energia elétrica em energia luminosa é baixa, gerando grande quantidade de calor (JORDAN; TAVARES, 2005; BORRILE et al., 2013; MENDES et al., 2013) e possui baixa durabilidade (vida média 1.000 h) tais fatores podem aumentam os custos de produção (JORDAN; TAVARES, 2005).

Uma alternativa as fontes incandescentes são as lâmpadas fluorescentes, que apresentam maior custo inicial, produzem mais luz por watt, porém sua intensidade luminosa diminui com o tempo isto é, ocorre depreciação do fluxo luminoso (MENDES et al., 2013) além disso, são sensíveis a flutuações de energia. Estes problemas tornam difícil manter a

intensidade de luz uniforme em todo ciclo de produção animal (LONG et al., 2015). Outra desvantagem da lâmpada fluorescente é que sua máxima eficiência é apresentada quando a temperatura do ar esta entre 21° a 27°C, fora desses patamares, sua eficiência é reduzida (ARAÚJO et al., 2011).

Outra lâmpada que têm sido difundida na avicultura é a lâmpada de vapor de sódio, já testada e de grande utilidade econômica no setor (MENDES et al., 2010).

Segundo Etches. (1994) não importa o tipo de lâmpada utilizada (fluorescente, incandescente, vapor de sódio), no entanto, sabe-se que cada lâmpada oferece um espectro luminoso diferente, e este fator pode causar influencia sobre a produção e a qualidade dos ovos.

A tecnologia de iluminação ambiental avançou fortemente nos últimos anos, e as lâmpadas incandescentes tradicionais estão progressivamente sendo substituídas pelo diodo emissor de luz. A principal vantagem do LED é economia de energia (consomem 80% menos energia do que lâmpadas incandescentes e 50% menos do que as lâmpadas fluorescentes), vida útil mais longa e diversidade de cores (MOLINO et al., 2015).

2.7 DIODO EMISSOR DE LUZ – “LED”

O LED surgiu na década de 60 e hoje é conhecido mundialmente pela sua alta eficiência luminosa e elevada vida útil (LIU et al., 2010), além disso, o custo da tecnologia tem diminuído significativamente desde seu primeiro desenvolvimento e está se tornando mais acessível para a indústria avícola (LONG et al., 2015).

A luz emitida pelos LEDs é monocromática, sendo que cor depende do cristal e da impureza de dopagem com que o material é fabricado. A frequência de luz emitida pelo elétron também determina sua cor (MOREIRA, 2009; VALENTIM et al., 2010). Suas cores incluem, vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, violeta, roxa, além do ultra-violeta e infra vermelho (ARAÚJO et al., 2013) podendo proporcionar um ambiente mais próximo do natural para as aves, garantindo que expressem melhor o seu comportamento. Além das diferentes cores, os LEDs podem emitir luz de intensidades e distribuição variadas, atendendo diversas necessidades de mercado (MOREIRA, 2009).

Com o intuito de maximizar a produção e reduzir os gastos de energia o diodo emissor de luz é uma alternativa tecnológica eficaz (GONGRUTTANANUN; GUNTAPA, 2012; SANTANA et al., 2014) que vem ganhando espaço na avicultura. Sua

vida útil é de aproximadamente 50.000 horas, muito superior quando comparada às lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas, cuja vida útil é de 1.000 e 8.000 horas, respectivamente (TAGUCHI, 2008 citado por BORRILE et al, 2015).

Na União Europeia a proibição da iluminação incandescente aconteceu em 2012, e o governo coreano introduziu uma nova meta de poupança de energia utilizando o LED em 100% das luzes de utilidade pública até 2020. Assim, as luzes LED estão se tornando popular no mundo inteiro (HASSAN et al., 2013).

Em um estudo avaliando algumas características de três diferentes tipos de luz, o consumo de energia elétrica de lâmpadas LED mostrou-se 12 vezes menor que o de uma lâmpada incandescente de mesma luminosidade (60W), e 5 vezes menor que uma lâmpada fluorescente (15 W). Entretanto, o espalhamento de luz foi menor na lâmpada LED, com um ângulo ligeiramente menor que as demais, o que limita sua utilização em ambientes muito amplos, pois existem perdas perceptíveis na iluminância (VALENTIM et al., 2010).

Estudos conduzidos a fim de testar o uso desta nova tecnologia em sistemas avícolas em substituição às lâmpadas tradicionais (fluorescentes e incandescentes) demonstraram que o LED não causa alterações de desempenho em aves de postura e frangos de corte quando comparado com outras fontes de luz, portanto, pode ser utilizado em substituição as mesmas (SANTANA et al., 2014; BORRILE et al., 2013; JACOMÉ et al., 2012).

Analisando características de desempenho de frangos de corte sob os efeitos do LED e fluorescentes em comparação com padrão iluminação incandescente, observou-se que, frangos aos 42 dias de idade apresentaram maior peso corporal sob os efeitos das tecnologias incandescentes e LED, entretanto, não houve diferença significativa para ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade entre os tratamentos (ROGERS et al., 2015).

A tecnologia de iluminação ambiental avançou fortemente nos últimos anos, e lâmpadas incandescentes tradicionais estão progressivamente sendo substituídas por diodos emissores de luz (MOLINO et al., 2015). Ainda assim, deve se ter alguns cuidados na utilização em instalações de produção de aves devido a alguns fatores como: umidade, espectro de luz devido a sensibilidade das aves ser diferente dos humanos e níveis de intensidade de luz nos diferentes estágios de produção e fases do dia (LONG et al., 2015).

Embora a tecnologia LED seja promissora, necessita-se de estudos adicionais para aplicação da mesma no setor avícola (NUNES et al, 2013).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA- Associação Brasileira de Proteína Animal, 2016. Disponível em:< <http://abpa-br.com.br/noticia/producao-de-ovos-do-brasil-cresce-61-e-chega-a-395-bilhoes-de-unidades-1550>>

ABPA- Associação Brasileira de Proteína Animal, 2014. Disponível em:< <http://www.avisite.com.br/noticias/?codnoticia=15498>>

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

ARAÚJO, W.A.G. et al. Programa de luz na avicultura de postura. **Revista CFMV**, Brasília, n.52, p. 58-65, 2011. Disponível em < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42481/1/Paginas-de-CFMV-52.pdf>>

AVISITE, 2015. Disponível em:< <http://www.avisite.com.br/noticias/?codnoticia=15498>>

BORILLE, R. et al. The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 15, p. 135-140, 2013.

BORRILE, R et al. Influence of Artificial Lighting on the Performance and Egg Quality of Commercial Layers: a Review. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 16, n.9, p. 337-344, 2014.

BORRILE, R. et al. Monochromatic light-emitting diode (LED) source in layers hens during the second production cycle. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.9, p.877–881, 2015.

CANEPPELE, F. L. et al. Sensibilidade espectral do olho das aves e a importância da composição espectral das fontes de luz artificial. In: Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal 3, Pirassununga, SP. **Anais...** 2013; Pirassununga, São Paulo: SISCA. 2013.

Disponível em: < http://sisca.com.br/resumos/SISCA_2013_064.pdf > Acesso em: 10 jun. 2015.

SILVA, G. F. et al., Comportamento de poedeiras em função de diferentes fontes de iluminação monocromáticas. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v. 6, n. 3, p. 148-158, 2012.

ETCHES, R. J. Estímulo luminoso na reprodução In: Pinheiro, M.R. **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas: FACTA; 1994. p. 59-75

FREITAS, H. J. 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, 2005.

FREITAS, H. J. et al. Efeito de diferentes programas de iluminação para poedeiras semi-pesadas criadas em galpões abertos. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23. n. 2. p. 157-162, 2010.

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

HASSAN, Md. R.et al. Effect of monochromatic and combined light colour on performance, blood parameters, ovarian morphology and reproductive hormones in laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, Pavia, v. 12, n. 3, p. 56, 2013.

JACOME, I.M.D.T. et al. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 235, set. 2012.

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

JOHNSON, P. A. **Reprodução de Aves**. In: Reece, W.O. Dukes, Fisiologia dos Animais Domésticos. 12ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2006. p.691-701.

LEWIS, P. D.; MORRIS, T. R. Responses of domestic poultry to various light sources. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, n.54, p.7-25. 2000.

LIU. et al. Effects of monochromatic light on developmental changes in satellite cell population of pectoral muscle in broilers during early posthatch period. **The Anatomical Record**, Utah, v. 293, n. 8, p. 1315-24, 2010.

LONG, H. et al. Effect of light-emitting diode (LED) vs. fluorescent (FL) lighting on laying hens in aviary hen houses: Part 2–Egg quality, shelf-life and lipid composition. **Poultry science**, Oxford, p. pev306, 2015.

MENDES, A. S. et al. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 22, p.62-70, 2013.

MENDES, A.S. et al. Vision and illumination in modern poultry production. **Current Agricultural Science and Technology**, Pelotas, n. 1-4. v.16. p. 05-13, 2010.

MOLINO, A. B. et al. Photostimulation of japanese quail. **Poultry Science**, Oxford, v. 94, n. 2, p. 156-161, 2015.

MOBARKEY, N. et al. The role of retinal and extra-retinal photostimulation in reproductive activity in broiler breeder hens. **Domestic animal endocrinology**, v. 38, n. 4, p. 235-243, 2010.

MOREIRA, M. C. **Utilização de conversores eletrônicos que alimentam LEDs de alto brilho na aplicação em tecido humano e sua interação terapêutica**. 2009, 190f. Monografia (Especialização em Engenharia Elétrica). Curso de Pós graduação em Engenharia Elétrica -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009. Disponível em: < http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/7/TDE-2010-02-09T100359Z-2426/Publico/MOREIRA,%20MAURO%20CERETTA.pdf >

NUNES, K. C. et al. Led como fonte de luz na avicultura de postura. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia. V. 9, n. 17, p. 1765-1782, 2013.

NUNES, K. C. et al. Produção e qualidade de ovos de codornas japonesas expostas a iluminação artificial com led de diferentes cores, Dourados, MS, 2014. In: ENEPE UFGD, 8. 2014, Dourados, MS. **Anais do Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão**. 2014 Disponível em: < <http://eventos.ufgd.edu.br/enepe/anais/arquivos/277.pdf>> 2015.

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

PROUDMAN, J.A. Hormônios reprodutivos das aves In: Pinheiro, M. R. **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas: FACTA, 1994. p. 31-48.

ROCHA, D. C. C. **Características comportamentais de emas em cativeiro submetidas a diferentes fotoperíodos e diferentes relações macho x fêmea**. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG. 2008.

ROGERS, A. G. et al. I. Evaluation of the impact of alternative light technology on male broiler chicken growth, feed conversion, and allometric characteristics. **Poultry science**, Oxford, p. peu045, 2015.

RUTZ, F. et al. Avanços da fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.31, n. 3, p.307-317, 2007.

SANTANA, M. R. et al . Light emitting diode (LED) use in artificial lighting for broiler chicken production. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal , v. 34, n. 3, p. 422-427, Junho 2014.

SAUVEUR, B. Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. **Productions Animales Paris Institut National de la Recherche Agronomique**, Paris, v. 9, p. 25-34, 1996. Disponível em: < file:///C:/Users/Samara/Downloads/Prod_Anim_1996_9_1_03.pdf> Acesso 10 nov. 2015.

SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Análise de conjuntura agropecuária/ avicultura de postura**. 2012/2013. Disponível em: <

http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/avicultura_postura_2012_13.pdf>

TSUTSUI, K. et al. Gonadotropin-inhibitory hormone (GnRH): discovery, progress and prospect. **General and Comparative Endocrinology**, Nova York, v.177, n.3, p.305-314, 2012.

VALENTIM, A. A. et al. Lâmpadas de LED: impacto no consumo e fator de potência. **Revista Ciência do Ambiente**, Campinas, v. 6, n. 1, jun. 2010.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar os efeitos da lâmpada LED sobre a produção de poedeiras comerciais.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar características de desempenho de poedeiras comerciais (produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar, ovo por ave alojada e viabilidade) submetidas a sistema de iluminação artificial com diferentes lâmpadas.

Avaliar características de qualidade de ovos (peso, densidade específica, Unidade Haugh, resistência de casca e percentagem de casca) de poedeiras comerciais submetidas a sistema de iluminação artificial com diferentes lâmpadas.

Quantificar o consumo de energia elétrica (kWh) gasto com as diferentes lâmpadas.

Analisar e quantificar a eficiência financeira das diferentes fontes de luz, levando em consideração preço e vida útil da lâmpada.

5 ARTIGO: LED EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PARA POEDEIRAS COMERCIAIS

5.1 INTRODUÇÃO

A produção avícola brasileira determina atualmente importante impacto sobre a economia nacional. O Brasil ocupa o sexto lugar no ranking dos maiores produtores de ovos do mundo, entretanto detém somente 3,34% da produção total (SEAB, 2012/2013) sendo necessário o desenvolvimento de medidas para aumentar a produção, visto que o país possui grande potencial para isso.

A ave é um animal foto responsivo, sendo que, o estímulo luminoso age positivamente sobre a fisiologia do aparelho reprodutivo, desencadeando a liberação de hormônios gonadotróficos fundamentais para manutenção do sistema reprodutivo.

A modificação do fotoperíodo pela iluminação artificial para aves reprodutoras e de postura comercial representa uma possibilidade útil e de baixo custo para avicultura (Mendes et al., 2010). Os programas de iluminação favorecem o crescimento e maturidade sexual das aves, estimulam o aparelho reprodutor e propiciam aumento da produção de ovos (Freitas et al., 2010). Além disso, pode antecipar ou retardar o início da postura, diminuir seu intervalo e favorecer melhorias na qualidade da casca e no tamanho dos ovos, uma vez que a eficiência alimentar pode ser maximizada pelo regime luminoso (Etches, 1994).

Diversos tipos de lâmpadas já foram testadas nos galpões de produção de ovos, porém, estudos ainda são realizados em busca de maior durabilidade e menor custo (Nunes et al., 2013).

No início de 2015, o país ficou alerta com os possíveis aumentos anunciados pelo Governo Federal em torno de 40% nas contas de energia elétrica. Tal medida afetou diretamente o setor avícola, aumentando os custos de produção nos diversos setores da granja (Revista do ovo, 2015). Como alternativa para minimizar custos com energia elétrica, uma nova tecnologia está disponível no mercado, são os Diodos Emissores de Luz (LED) que possuem alta eficiência energética, longa vida útil e estão disponíveis em diversas cores (Molino et al., 2015).

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito do sistema de iluminação utilizando lâmpadas LED e fluorescentes sobre o desempenho, qualidade de ovos de poedeiras leves criadas em galpões tipo californianos e consumo de energia elétrica.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pelo comitê de ética Animal da Universidade Estadual do Norte do Paraná sob o protocolo nº01/2015 e foi conduzido em uma granja comercial em Palmital-SP (latitude 22° 47' 14,86'' Sul e longitude 50° 14' 4,39'' oeste) durante os meses de maio a outubro de 2015. O período experimental foi de 84 dias, divididos em três períodos de 28 dias para coleta de dados. O período de adaptação com as lâmpadas foi de 30 dias.

As aves foram alojadas em quatro galpões do tipo californianos, equipados com bebedouros tipo *nipple* e comedouros tipo calha, todos com abastecimento automático. Cada galpão foi composto por quatro fileiras de 100 gaiolas, com lotação de cinco aves por gaiola, totalizando 2000 poedeiras comerciais da linhagem Lohmann LSL com idade inicial de 39 e final de 59 semanas. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por dois tratamentos e oito repetições. Cada tratamento foi composto por 4.000 aves, sendo 500 aves por repetição, totalizando oito repetições por tratamento, sendo a unidade experimental cada bateria de 100 gaiolas.

O Tratamento LED foi composto por sistema de iluminação com lâmpadas LED brancas (6500 K) de 5W, fluxo luminoso de 470 lúmens e Tratamento Fluorescente, com lâmpadas fluorescentes compactas (6400 K) de 9W, fluxo luminoso 490 lúmens. Ambos os tratamentos foram compostos por 13 lâmpadas distribuídas ao longo dos galpões com intensidade luminosa padronizada em 15 lux (lúmen/m²), calculado conforme dimensão dos galpões, utilizando-se luxímetro digital. Os sistemas de iluminação artificial foram conectados a um temporizador e uma fotocélula a fim de fornecer um programa de luz contínuo de 16 horas de luz (natural + artificial). A temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente utilizando um termohigrômetro digital.

As rações experimentais foram formuladas de acordo com a exigência nutricional da linhagem (Tabela 1).

Os dados de produção de ovos e consumo de ração foram coletados diariamente ao longo do período experimental sendo que, nos três últimos dias de cada período foram coletados aleatoriamente 10 ovos de cada repetição para serem submetidos às análises de qualidade na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento do Instituto Biológico em Bastos-SP.

Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações experimentais para poedeiras em produção

Ingredientes (kg)	Postura 1	Postura 2
Milho	46,50	47,60
Milheto	20,00	20,00
Farelo de soja (45,5 % PB)	15,40	14,00
Calcário calcítico fino (38% Ca)	5,18	5,50
Gérmen de milho (alta gordura)	1,00	0,80
Calcário calcítico grosso (38% Ca)	4,00	5,00
Farinha de carne (38% PB)	3,80	3,00
Farelo de trigo	2,00	2,00
Protenose	1,60	1,60
Suplemento mineral vitamínico ¹	0,40	0,40
Sal	0,33	0,33
L-Lisina 98%	0,15	0,16
DL-metionina 99%	0,08	0,05
Peso total	100,00	100,00
Níveis Nutricionais		
Energia Met. aves (kcal/kg)	2850,06	2846,09
Proteína Bruta (%)	16,95	16,09
Extrato Etéreo (%)	3,99	3,87
Fibra Bruta (%)	2,86	2,79
Cálcio (%)	4,23	4,44
Fósforo Total (%)	0,67	0,61
Xantofilas (mg)	11,81	12,09

Postura 1= ração fornecida às aves com idade até 37 semanas; Postura 2= ração fornecida às aves com idade superior a 37 semanas.

¹Composição básica por Kg do produto = Lisina 157, 45 g, Treonina 73,87 g, Colina 33,06 g, Cobre 2.500,00 mg, Ferro 12,50 g, Iodo 300,00 mg, Manganês 20,00 g, Selênio 70,00 mg, Zinco 15,00 g, Vit A 2.025.000,00 UI, Vit D3 625.000,00 UI, Vit E 1.750,00 UI, Vit K3 500 mg, Vit B1 250,00 mg, Vit B2 875,00 mg, Vit B6 250,00 mg, Vit B12 2.500,00 mg, Niacina 5.250,00 mg, Ác. Pantotênico 1.650,00 mg, Ác. Fólico 100,00 mg, Biotina 3.750 mg, Fitase 75.000,00 ftu, Endo- 1,4 beta xilanase 375.000,00 u, *Bacillus subtilis* 3,75 x10E10 ufc e Sulfato de colistina 2.500,00 mg.

Para avaliação de desempenho foram considerados dados de produção de ovos. Para estimar consumo de ração pesou-se diariamente a ração para abastecimento dos comedouros tipo calha e posteriormente foi calculado o consumo de ração g/ave/dia levando se em conta a mortalidade e a sobra dos comedouros ao final de cada período. A conversão alimentar por massa de ovos (multiplicação da produção pelo peso médio de ovos em kg) foi calculada utilizando o consumo de ração (kg) dividido pela massa de ovos (kg), conversão por dúzia foi feita utilizando consumo de ração (kg) dividido pela produção em dúzias. A variável ovo por ave alojada foi calculada utilizando total de aves alojadas no início do primeiro ciclo

dividido pelo total de ovos produzidos ao longo dos ciclos. A viabilidade foi calculada utilizando número de aves inicial e mortalidade diária, ambas em cada ciclo.

Para avaliação da qualidade de ovos, mensurada com auxílio do Digital Ovo 6000 Tester, foram realizadas análises de: densidade por meio da gravidade específica com solução salina variando de 1060 até 1100 g/cm³ de água; peso médio de ovos (g), Unidade Haugh e resistência de casca. Para a percentagem de casca, as cascas foram lavadas e secas em temperatura ambiente por 48 horas e posteriormente foram pesadas em balança analítica.

Para avaliação do consumo de energia (kWh), foi instalado um relógio medidor de energia digital em cada galpão e colhidos os dados semanais de consumo.

Para avaliação da eficiência financeira, utilizou-se o valor pago pelas lâmpadas, vida útil de cada tipo de lâmpada e valor médio do kWh pago durante os meses correspondentes ao período experimental, que foi de R\$ 0,316.

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

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura e Umidade relativa do ar

Na figura 1 são representadas as médias de temperatura e umidade relativa do ar, observadas durante o período experimental nos galpões e, os limites críticos inferior (LCI) e superior (LCS) de temperatura e umidade recomendados para aves segundo os manuais de criação.

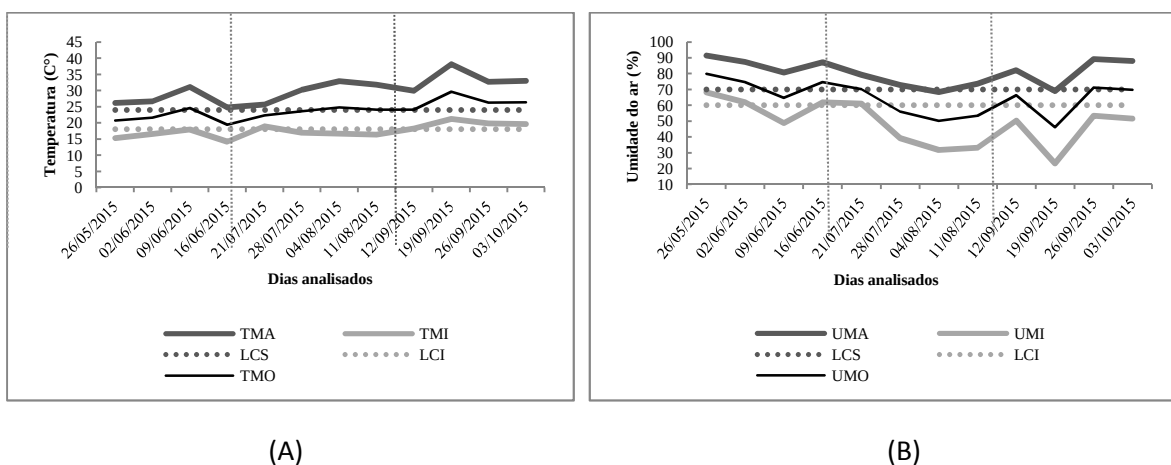


Figura 1 – (A) Limites de temperatura crítica superior (LCS) e inferior (LCI) para poedeiras da linhagem *Lohmann LSL* e temperatura do ar máxima (TMA), mínima (TMI) e média observada (TMO) no interior dos galpões californianos. (B) Limites de umidade crítica superior (LCS) e inferior (LCI) para poedeiras da linhagem *Lohmann LSL* e umidade do ar máxima (UMA), mínima (UMI) e média observada (UMO) do ar no interior dos galpões californianos.

De acordo com o Guia de Manejo Lohmann® do Brasil (2011), a temperatura ambiente e a umidade relativa ótima para a fase de produção devem variar de 18 a 24 C° e de 60 a 70%, respectivamente.

Observou-se no início do período experimental temperatura média dentro do limite crítico para a linhagem, sendo que a umidade relativa do ar alta no início do período e posteriormente manteve-se dentro da zona de conforto para as poedeiras. Ao longo dos demais períodos, observou-se que a temperatura média manteve-se no limite crítico superior e umidade média esteve abaixo dos limites crítico inferior para a linhagem. No último período experimental, a temperatura média manteve-se acima do limite crítico superior durante todo o período e umidade média esteve abaixo do limite crítico inferior na segunda semana do período experimental.

Ao longo do experimento foi possível observar uma variação considerável entre as médias de temperatura e umidade relativa do ar, tal fato é justificado pelo tipo de instalação utilizada, a qual não permite rigoroso controle de temperatura e umidade dentro dos galpões de produção. É possível observar que, as condições de ambiência para as poedeiras no último período experimental foram menos favoráveis, as altas temperaturas durante todo período refletem diretamente sob o desempenho e qualidade de ovos das aves.

Características de desempenho

As características de desempenho avaliadas são demonstradas na tabela 1.

As diferentes fontes de luz não apresentaram influência ($P < 0,05$) sob as características de desempenho de poedeiras comerciais.

Tabela 1 - Produção de ovos (PO), consumo de ração (CR), conversão alimentar por dúzia de ovos (CAd), conversão alimentar por massa de ovos (CAm), ovo por ave alojada (OAA) e viabilidade (V) de poedeiras comerciais submetidas à programa de luz com lâmpadas LED e fluorescentes compactas

Tratamento	Características avaliadas					
	PO (%)	CR (Kg)	CAd (Kg/dúzia)	CAm (Kg/Kg)	OAA -	V (%)
T1	92,54 ^a	105,70 ^a	1,38 ^a	1,84 ^a	25,42 ^a	99,66 ^a
T2	91,68 ^a	104,90 ^a	1,38 ^a	1,82 ^a	25,27 ^a	99,61 ^a
CV(%)	4,42	2,36	4,11	4,0	5,87	0,39

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). T1=lâmpadas LED 5W; T2=lâmpadas fluorescentes compactas 9W. *Aves avaliadas durante 39 a 59 semanas de idade.

A produção de ovos não apresentou diferença entre os tratamentos com lâmpada LED e fluorescente compacta. Os mesmos efeitos foram observados por Long et al. (2015) quando submeteram poedeiras da linhagem Dekalb[®] em regime de luz com lâmpadas LED e fluorescentes e não observaram diferença significativa na produção de ovos. Isso pode ser explicado pela similaridade entre a intensidade de luz e comprimento de onda de ambas as fontes. Da mesma forma, trabalhos utilizando diferentes cores de LED e fontes fluorescentes e incandescentes observaram este efeito ($P > 0,05$) na produção de ovos (Jacomé et al., 2012; Nunes et al., 2014). Em contra partida, Borrile et al. (2013) observaram maior produção de ovos em poedeiras submetidas a LEDs brancos, vermelhos e fonte incandescente comparados ao LED azul, verde e amarelo. Hassan et al. (2013) observaram maior produção de ovos com LED vermelho e combinação de vermelho e verde, comparando com verde, azul e fonte fluorescente.

Os dados de produção de ovos do presente trabalho mantiveram-se acima dos percentuais de produção para a idade quando comparado com o guia de manejo Lohmann do Brasil[®].

O consumo de ração não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos diferentes tratamentos, corroborando com Borrile et al. (2013) que não observaram diferença ($P > 0,05$) para essa variável quando utilizaram diferentes cores de LED, sugerindo que não houve preferência das aves por uma das fontes de luz e, desta forma não mudaram seu comportamento alimentar. O mesmo efeito foi observado por Long et al. (2015) e por Gongrutananum e Guntapa (2012) que trabalharam com LED vermelho e lâmpadas fluorescentes em sistemas de iluminação para poedeiras. Por outro lado, Barreto et al. (2014)

observaram maior consumo de ração ($P < 0,05$) pela manhã para aves expostas ao LED azul e fonte fluorescente quando comparada ao LED amarelo e vermelho. Segundo Mendes et al. (2010), aves expostas a luzes com comprimento de ondas mais curtos (verde e azul) possuem melhor ganho de peso e eficiência alimentar quando comparada a aves expostas a luzes de comprimento de onda longo (vermelho) que as deixam mais agitadas. Ainda sobre o consumo de ração Rozenboim et al. (1998) observaram menor consumo de ração e manutenção da produção e qualidade dos ovos em aves expostas ao LED com baixa intensidade quando comparado a fontes fluorescentes.

As conversões alimentares não sofreram influência ($P > 0,05$) dos diferentes tratamentos. Os dados de conversão alimentar do presente trabalho corroboram com Nunes et al. (2014), que similarmente não observaram diferença significativa para estas variáveis entre tratamentos com diferentes cores de LED e lâmpada fluorescente.

Almeida et al. (2015), em trabalho submetendo codornas a programa de luz com diferentes cores de LED (branco, azul, vermelho, amarelo e verde) não observou alteração na conversão alimentar por massa (g/g). Molino et al. (2015) que submeteu codornas a lâmpadas fluorescentes, incandescentes e LED e obteve os mesmos resultados para conversão alimentar por massa (g/g) e por dúzia (g/dúzia).

Entretanto, diferenças significativas na conversão alimentar entre os tratamentos com lâmpadas Led vermelhas e fluorescentes foram observadas por Gongrutananum e Guntapa. (2012), sendo a pior conversão por massa observada no tratamento com fluorescente. Em contrapartida, Long et al. (2015), observou melhor conversão (Kg/Kg) utilizando sistema de iluminação com lâmpada fluorescente (1,97) quando comparado ao LED (2,03).

Os dados de conversão alimentar (kg/Kg) do presente trabalho foram melhores (1,84 e 1,82) quando comparados ao manual da linhagem (2,0).

Os dados de ovo por ave alojada não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos e se mostraram muito próximos (25, 42 para tratamento com LED e 25,27 para tratamento com fluorescente) do padrão da linhagem apresentados pelo manual Lohmann do Brasil (25,43). Por outro lado, Long et al. (2015) observaram aumento significativo sobre o número de ovos por ave alojada em tratamento com lâmpadas fluorescentes (308 ovos) quando comparado ao LED (321 ovos).

A viabilidade das aves também não variou entre os tratamentos e apresentou-se acima dos valores considerados normais pelo manual da linhagem (94% para fase de produção). Molino et al. (2015) também observaram ausência de efeito de diferentes

lâmpadas (incandescente, fluorescente e LED) sob a viabilidade de codornas japonesas. Tal efeito mostra que o LED não teve efeito negativo sobre a viabilidade de poedeiras comerciais.

Características de qualidade de ovos

Os dados de qualidade de ovos estão demonstrados na tabela 2.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos para as características de peso médio de ovos, densidade específica, resistência da casca e percentagem de casca. Entretanto, a Unidade Haugh de ovos de poedeiras expostas ao LED foi menor ($P<0,05$) quando comparada ao tratamento com fluorescente compacta.

Tabela 2 - Peso médio de ovos (PM), densidade específica (DE), Unidade Haugh (UH), resistência de casca (RC) e percentagem de casca (PC) de ovos de poedeiras comerciais submetidas a duas diferentes fontes de luz (lâmpadas LED e fluorescentes compactas)

Tratamento	Características avaliadas				
	PM (g)	DE (g/ cm ³)	UH -	RC (Kgf)	PC (%)
T1	63,11 ^a	1087,09 ^a	76,73 ^b	4,82 ^a	10,04 ^a
T2	63,16 ^a	1087,40 ^a	78,58 ^a	4,91 ^a	10,00 ^a
CV(%)	7,17	0,54	15,55	21,40	8,40

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). T1: lâmpadas LED 5W; T2: lâmpadas fluorescentes compactas 9W. *Aves avaliadas durante 39 a 59 semanas de idade.

Os dados de peso de ovos encontrados neste trabalho correspondem aos valores referência citados no manual da linhagem Lohmann[®] do Brasil (2011) para 40 a 60 semanas de idade e não sofreram influencia dos diferentes tratamentos. De acordo com Borrile et al. (2013) o peso dos ovos está geralmente relacionado a idade das aves e a fatores nutricionais. Desta forma podemos afirmar que no presente trabalho o diodo emissor de luz não interferiu no peso dos ovos, bem como manteve o padrão extra (55 a 65g) de acordo com classificação do Ministério da Agricultura.

Resultados semelhantes para peso médio de ovos foram observados por Borrile et al. (2013) trabalhando com diferentes cores de LED e lâmpada incandescente e Gongrutananum e Guntapa (2012), trabalhando com LED vermelho e lâmpadas fluorescentes para poedeiras comerciais.

A Densidade específica não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos, sendo esta uma análise utilizada rotineiramente para se obter informações de qualidade de casca. No presente trabalho os diferentes tratamentos não causaram efeito sobre esta característica, corroborando com trabalhos de Gongrutananum e Guntapa (2012), Jacomé et al. (2012), Borrile et al. (2013), Borrile et al. (2015) e Molino et al. (2015). O presente resultado indica que o LED manteve a qualidade externa de ovos de poedeiras comerciais.

A Unidade Haugh apresentou diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos. Unidade Haugh é um parâmetro utilizado para avaliação da qualidade interna de ovos, para seu cálculo utilizam-se dados de peso dos ovos (g) e a altura de albúmen (mm). No presente trabalho, ovos provenientes de sistemas de iluminação com lâmpadas fluorescentes apresentaram Unidade Haugh superior ($P<0,05$) ao tratamento com LED. Não foram encontrados resultados semelhantes na literatura, entretanto, Nunes et al. (2014) observaram maior altura de albúmen, dado utilizado para calcular Unidade Haugh, para ovos de codornas expostas a LED verde e menor altura para fonte fluorescente. Nos trabalhos de Borrile et al. (2013) e Borrile et al. (2015), os quais trabalharam com diferentes cores de Led e lâmpadas incandescentes, não foram observadas variações na Unidade Haugh utilizando diferentes tipos de lâmpadas.

Os dados de resistência de casca e percentagem de casca não apresentaram diferença ($p<0,05$) entre os tratamentos. Efeitos semelhantes foram encontrados por Molino et al. (2015), que submeteram codornas à programas de luz com lâmpadas fluorescentes, incandescentes e Led amarelo e não observaram diferença entre resistência e percentagem da casca de ovos, Gongrutananum e Guntapa (2012) que submeteram poedeiras a regime de luz fluorescente e LED vermelho, não observaram variação na percentagem e espessura de casca do ovos e Hassan et al. (2013) trabalhando com Led de diferentes cores e controle com lâmpada fluorescentes para poedeiras comerciais.

A qualidade da casca é fator importante para manutenção da qualidade interna dos ovos durante o armazenamento e transporte. Muitos fatores podem influenciar na formação da casca, entre eles: sanitários, nutricionais e manejo.

À medida que a ave envelhece, os ovos aumentam em tamanho e peso e a deposição de carbonato de cálcio é a mesma, desta forma a casca tende a ser mais fina e porosa (Barbosa et al., 2012).

Eficiência energética dos diferentes tipos de lâmpadas

O consumo de energia elétrica (Figura 2) foi menor ($P < 0,05$) no tratamento com lâmpadas LED quando comparado às lâmpadas fluorescentes. A média de energia elétrica consumida em kWh pelas fontes fluorescentes foi de 38,60 contra 18,40 consumidos pela fonte LED, mostrando que o diodo emissor de luz consumiu 52,31% menos energia elétrica do que a lâmpada fluorescente. Resultados semelhantes foram encontrados por Gongruttananun e Guntapa (2012) que observaram economia de 84,6% utilizando LED quando comparado a fonte fluorescente e por Rozenboim et al. (1998) que observaram redução de 17% nos custos com energia elétrica utilizando LED e comparando com fontes fluorescentes.

Molino et al. (2015) afirmam que dentre as vantagens do LED estão, economia de energia, longa vida útil e comprimento de onda que permite sua utilização diversas fases na produção avícola.

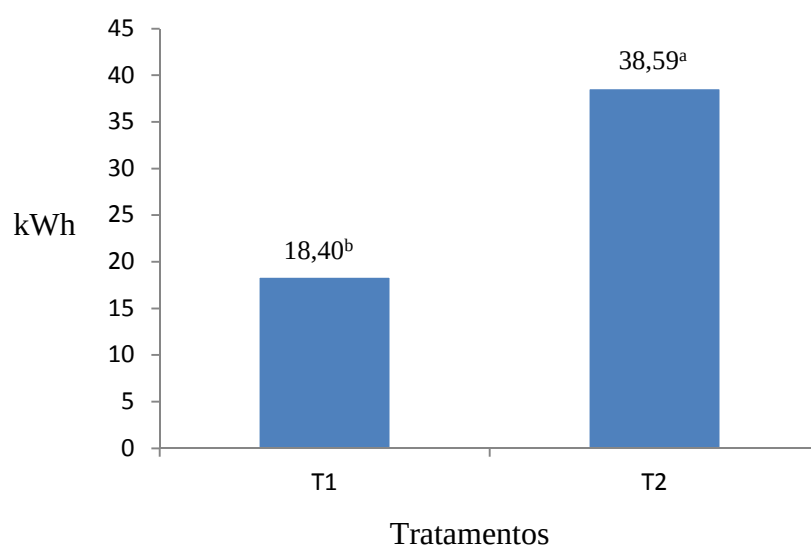


Figura 2 - Consumo de energia em kWh consumido pelas lâmpadas LED e fluorescente compacta.

T1: lâmpadas LED 5W; T2: lâmpadas fluorescentes compactas 9W

Eficiência financeira dos diferentes tipos de lâmpadas

Além da importância da eficiência energética das fontes de luz na sustentabilidade da atividade avícola, existem outras características que devem ser levadas em consideração para utilização de uma nova tecnologia nos sistema de iluminação artificial em galpões de poedeiras comerciais, são eles o preço inicial e vida útil da lâmpada.

A tabela 3 apresenta informações de preço (maio/2015), vida útil e consumo de energia das fontes LED e fluorescente compacta.

Tabela 3 – Preço, vida útil e consumo de energia correspondente ao LED e Lâmpada fluorescente compacta

Características	Diodo emissor de luz 5W	Fluorescente compacta 9W
Preço (R\$)	14,00	7,00
Vida útil (horas)	25000	6000
Consumo de energia semanal (kWh)	0,026	0,054

No presente trabalho a média de horas trabalhadas por lâmpada foi de 5 horas diárias (para complementar o fotoperíodo de 16 horas/luz/diária) durante o período experimental. Levando-se em conta a vida útil de cada fonte de luz, o LED trabalha 5000 dias enquanto que a fluorescente trabalha 1200 dias. Para que uma lâmpada fluorescente trabalhe a mesma quantidade de horas que o LED será necessário adquirir outras quatro lâmpadas fluorescentes o que causará um incremento devido o preço da lâmpada. Neste contexto o custo de uma lâmpada LED durante toda sua vida útil (5000 horas) incluindo preço inicial e consumo de energia será de R\$ 55,08 enquanto que o custo da lâmpada fluorescente trabalhando também 5000 horas será de R\$114,45. É possível observar que a utilização do LED além de aumentar a sustentabilidade da produção por diminuir o consumo de energia elétrica, pode reduzir os custos de produção também devido a sua longa vida útil.

5.4 CONCLUSÕES

Pode se concluir que o Diodo Emissor de Luz manteve as características de desempenho e qualidade externa de ovos de poedeiras comerciais, entretanto, apresentou leve redução na Unidade Haugh. Sua utilização gerou economia de mais de 50% no consumo de energia elétrica, além disso, apresentou alta eficiência financeira devido a sua elevada vida útil.

5.5 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de mestrado, à Granja São José em Palmital-SP, por permitir a realização do experimento em suas instalações, à unidade de Pesquisa e Desenvolvimento do Instituto Biológico em Bastos-SP, por permitir a realização das análises de qualidade de ovos.

5.6 CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não ter qualquer conflito de interesses.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida AZ, Jacomé IMTD, Tavares RA, Garcia RG, Naas IA, Caldara FR, Sgavioli S, Barreto B, Rombola RG (2015). Effect of different LED light colors on development of the reproductive system of quails. *International Journal of Poultry Science*. 14(7): 383-386.

Doi: 10.3923/ijps.2015.383.386

A Revista do Ovo - avisite (2015). Alternativas para energia elétrica. (30): 8-11. Available at: <avisite.com.br/arevistadoovo>

Borille R, Garcia RG, Royer AFB, Santana MR, Colet S, Naas IA, Caldara FR, Almeida Paz ICL, Rosa ES, Castilho VAR (2013). The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. *Rev. Bras. Ciênc. Avíc.* 15 (2): 135-140.

Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2013000200009>

Barbosa VM, Baião NC, Mendes PMM, Rocha JRS, Pompeu MA, Lara LJC, Martins NRS, Nelson DL, Miranda DJA, Cunha CE, Cardoso DM, Cardeal PC (2012). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 64 (4):1036-1044.

Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352012000400033>

Borrile R, Garcia RG, Naas IA, Caldara FR, Santana MR (2015). Monochromatic light-emitting diode (LED) source in layers hens during the second production cycle. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental.* 19 (9):877–881.

Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n9p877-881>

Barreto B, Garcia RG, Nunes KC, Lima NDS (2014). Comportamento e bem-estar de poedeiras mantidas em sistema de iluminação artificial com leds de diferentes cores. *Anais: ENEPE UFGD*. Available at: < <http://eventos.ufgd.edu.br/enepex/anais/arquivos/60.pdf> >

Carvalho FB, Stringhini JH, Jardim Filho RMJ, Leandro NSM, Café MB, Deus HASB (2007). Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. *Ciência Animal Brasileira.*8(1): 25-30.

Etches RJ (1994). Estímulo luminoso na reprodução In: Pinheiro, M.R. *Fisiologia da reprodução de aves.* 59-75.

Freitas HJ, Cotta JTB, Oliveira AI, Murgas LDS, Gewehr CE (2010). Efeito de diferentes programas de iluminação para poedeiras semi-pesadas criadas em galpões abertos. *Biotemas* 23(2): 157-162.

Doi: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2010v23n2p157>

Gonguttananun N, Guntapa P (2012). Effects of Red Light Illumination on Productivity, Fertility, Hatchability and Energy Efficiency of Thai Indigenous Hens. *Kasetsart Journal: Natural Science.* 46: 51-63.

Hassan MdR, Sultana S, Choe HS, Ryu KS (2013). Effect of monochromatic and combined light colour on performance, blood parameters, ovarian morphology and reproductive hormones in laying hens. *Ital J Sci.* 12(3): 359-364.

Doi:10.4081/ijas.2013.e56

Jacome IMDT, Borrile L, Rossi LA, Rizzotto DW, Becker JÁ, Sampaio C de FR (2012). Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. *Arch. Zootec.* 61(235): 449-456.

Lohmann do Brasil (2011). Guia de Manejo. Available at: <
http://www.ltz.com.br/downloads/guia_manejo_lsl.pdf>

Long H, Zhao Y, Wang T, Ning Z, Xin H (2015). Effect of light-emitting diode (LED) vs. fluorescent (FL) lighting on laying hens in aviary hen houses: Part 2–Egg quality, shelf-life and lipid composition. *Poultry science*. 00:1–11.

Mendes AS, Reffati R, Restelatto R, Paixão SJ (2010). Vision and illumination in modern poultry production. *R. Bras. Agrociência*. 16(1-4):05-13.

Molino AB, Garcia EA, Santos GC, Vieira Filho JA, Baldo GAA, Almeida Paz ICL. Photostimulation of japanese quail. *Poultry Science*. 94(2):156-161.

Doi: 10.3382/ps/peu039

Nunes KC, Garcia RG, Borrile R, Naas IA, Santana MR (2013). Led como fonte de luz na avicultura de postura. *Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer*. 9(17):1765-1782.

Nunes KC, Garcia RG, Naas IA, Eyng C, Caldara FR, Lima NDS (2014). Produção e qualidade de ovos de codornas japonesas expostas a iluminação artificial com led de diferentes cores. *Anais: ENEPE UFGD*. Available at:
<http://eventos.ufgd.edu.br/enepex/anais/arquivos/277.pdf>

Rozenboim I, Zilberman, E, Gvaryahu, G (1998). New monochromatic light source for laying hens. *Poultry Science*. 77(11):1695-1698.

PMid: 9835345