

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

DANIEL SABINO GUALHANO

**AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM GRANJA DE GALINHAS
POEDEIRAS**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2019**

DANIEL SABINO GUALHANO

**AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM GRANJA DE GALINHAS
POEDEIRAS**

Relatório final, apresentado à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências para a obtenção do
título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. José Márcio Costa

Coorientador: Pedro Henrique Gonçalves
Rigueira Pinheiro Castro

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2019**

DANIEL SABINO GUALHANO

**AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM GRANJA DE GALINHAS
POEDEIRAS**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

APROVADO: 05 de julho de 2019.



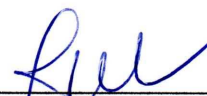
Profa.: Fernanda Campos de Sousa
(Membro)
(UFV)



Prof.: Delly Oliveira Filho
(Membro)
(UFV)



Pedro Henrique Rigueira Castro
(Coorientador)
(UFV)



Prof.: José Marcio Costa
(Orientador)
(UFV)

Ao Criador

E à minha família, com quem compartilho essa conquista

Agradecimentos

Aquele que está presente em tudo e todos.

Aos meus pais, Miro e Fátima, pelo esforço sem medidas para que eu chegasse até aqui.

Aos meus irmãos e sobrinho, pelo suporte nos momentos de necessidade.

A família que torceu de longe.

Aos meus amigos, pelo companheirismo.

Ao Professor José Márcio, pelos ensinamentos de vida e por compartilhar o que há de mais valioso, o conhecimento.

Ao Pedro, pelos sábios conselhos.

A Déia, pela revisão de texto.

Aos funcionários da Granja Santa Maria.

A UFV e professores, pela formação de excelência.

"Dizem que antes de um rio entrar no mar, ele treme de medo. Olha para trás, para toda a jornada que percorreu, para os cumes, as montanhas, para o longo caminho sinuoso que trilhou através de florestas e povoados, e vê a sua frente um oceano tão vasto, que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre. Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar. Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência. O rio precisa de se arriscar e entrar no oceano. E somente quando ele entrar no oceano é que o medo desaparece, porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas de tornar-se oceano."

Osho

RESUMO

O uso de energia elétrica é indispensável para diversos processos de produção modernos e sua utilização deve ser dar de forma responsável e eficiente, a fim de garantir a segurança de trabalhadores, animais e bens. Diante disso, neste trabalho objetivou-se realizar uma avaliação das condições elétricas e luminotécnicas em um complexo granjeiro de produção de ovos no estado do Espírito Santo, tomando como referência a Norma NBR 5410, que regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão, e a Norma NBR5413, que estabelece os valores médios de luminância para serviços de iluminação em interiores. Foram encontrados problemas como: condutores fora de eletroduto, injúrias na proteção e isolamento de condutores, tomadas irregulares, condutores apresentando sinais de sobreaquecimento, calhas subdimensionadas, componentes das instalações elétricas quebrados, estabelecimento de fauna sobre linhas elétricas, partes vivas expostas, entre outros. A iluminação representa grande parte do consumo de eletricidade em uma agroindústria e afeta diretamente a produtividade. Foi realizada a verificação dos níveis de luminância em pontos estratégicos da granja, para comparar a adequação dos valores com os níveis recomendados pela Norma NBR 5413. Foram encontrados níveis de luminância acima do recomendado, em um galpão de poedeiras e setor de expedição dos ovos, e abaixo do recomendado, no setor de lavagem e classificação dos ovos.

Palavras-chave: Granja. Instalações elétricas. Luminotécnica. Norma NBR 5410. Norma NBR 5413.

ABSTRACT

The use of electricity is indispensable for several modern production processes and its use must be in a responsible and efficient way, in order to guarantee the safety of workers, animals, and goods. Thus, this work aims to assess the electrical conditions in a poultry farming complex in the state of Espírito Santo, using NBR5410 Standards: Electrical Installations of Buildings (Low Voltage), as a reference. Several problems were found such as: conductors outside the conduit, injuries on insulation and protection layer of conductors, irregular outlets, conductors showing signs of overheating, undersized chutes, broken electrical installations components, establishment of fauna over electric lines, exposed live wires, among others. Lighting represents a large part of the electricity consumption in an agro-industry and it directly affects productivity. The verification of the luminance levels at strategic points of the poultry farm were carried out in order to compare if these values are adequate according to the levels recommended by NBR5413 Standard, which establishes the average values of luminance for indoor lighting services. Luminance levels above recommended levels were found in a laying hatchery and in the egg shipping sector, and below recommended levels were found in the egg washing and sorting sector.

Keywords: Artificial lighting design. Electrical installations. Poultry farming.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 DESCRIÇÃO DA GRANJA	13
3.2 AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	13
3.2.1 NORMA NBR 5410 DA ABNT	14
3.3 AVALIAÇÃO LUMINOTÉCNICA	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	17
4.2 AVALIAÇÃO LUMINOTÉCNICA	27
4.2.1 LUMINÂNCIA NA SALA DE LAVAGEM E CLASSIFICAÇÃO DE OVOS	27
4.2.2 LUMINÂNCIA NO GALPÃO DE POEDEIRAS	28
5 CONCLUSÕES	29
6 REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade é a forma de energia mais consumida no Brasil. É facilmente transportada e convertida em outras formas de energia para suprir as demandas domésticas, industriais e comerciais da sociedade (EPE, 2018). Uma instalação elétrica como “um conjunto de componentes elétricos associados e coordenados entre si, composto para um fim específico”, compreendendo componentes que conduzem ou não eletricidade, mas são primordiais ao seu funcionamento, como os eletrodutos, caixas de passagem e quadros (COTRIM, 2006).

As instalações elétricas são executadas a partir do projeto elétrico, que compreende os detalhes, a localização de pontos de utilização da eletricidade, os comandos, as características e trajeto de condutores, a divisão de circuitos, as cargas, entre outros (CREDER, 2016). Para garantir a segurança e eficácia do projeto e das instalações elétricas, estes devem ser realizados em acordo com as prescrições das normas técnicas aplicáveis. A Norma NBR 5410: 2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão. Esta Norma estabelece 1.000 volts como limite para a baixa tensão em corrente alternada e 1.500 volts para corrente contínua e se aplica à uma frequência máxima de 400 Hz.

A aplicação correta das normas técnicas, especificação e uso de materiais adequados e montagem seguindo fielmente o projeto elétrico são imprescindíveis para o funcionamento adequado das instalações agroindustriais, estas garantem a segurança de trabalhadores e animais e a conservação dos bens. De acordo com a Humane Farm Animal Care (2018), as instalações elétricas em aviários devem estar fora do alcance dos animais, bem isoladas, protegidas contra roedores, aterradas adequadamente e testadas regularmente. Segundo dados da Abracopel (2018), em 2017 foram registrados 1.302 acidentes de origem elétrica no Brasil, por choque elétrico ou incêndio por curto-circuito, dos quais resultaram em 627 mortes.

Em seu estudo de segurança e eficiência energética em instalações prediais antigas, Daniel (2010) lista os principais problemas em instalações elétricas: capacidade irregular de dispositivos de proteção (disjuntores e fusíveis) em relação aos condutores protegidos; ausência de dispositivos de sobretensão; ausência do

condutor de proteção (fio terra); quadros elétricos discordantes com a Norma NBR 5410 (ABNT, 2004); ausência de dispositivo de proteção diferencial-residual nos quadros elétricos; balanceamento de cargas inadequado; e tomadas irregulares (sem pino terra).

Em uma granja de galinhas poedeiras, os motores representam grande parte do consumo de energia (TURCO et al., 2007). Os motores elétricos devem contar com dispositivos de proteção contra curto-circuito e sobrecarga. A proteção eficaz dos motores inclui dispositivos como relés térmicos, disjuntores-motores (dotados de mecanismo diferencial com sensibilidade de falta de fase), disjuntores, chaves seccionadoras, fusíveis de ação retardada e chaves magnéticas (CREDER, 2016).

A iluminação artificial é, também, responsável por grande parte do consumo de energia. Mundialmente, a iluminação artificial consome 19% da energia elétrica produzida e estima-se que até 2030 esta demanda crescerá 80% (IEA, 2006). O tempo de exposição e intensidade da luz desempenham papel primordial no desenvolvimento reprodutivo das galinhas de postura e na qualidade dos ovos.

O fotoperíodo é importante no estímulo da alimentação na fase inicial de criação e determina o peso dos animais ao alcançar o período de postura (MAKIYAMA, 2012). Na fase de produção, a duração do fotoperíodo deve estar entre 12 e 17 horas, com pico de produtividade com fotoperíodo igual a 15 horas. A intensidade de luz é um fator crucial para o aumento da produção de ovos, os animais devem ser mantidos à uma luminância média de 30 lux (HY-LINE INTERNATIONAL, 2015). Intensidades de luz abaixo de cinco lux são muito baixas para o crescimento das galinhas e produção de ovos e intensidades de luz acima de 50 lux podem causar efeitos negativos no comportamento dos animais.

2 OBJETIVOS

Devido aos riscos às vidas humanas e a dos animais, a segurança do patrimônio e a possível queda de produtividade devido às instalações elétricas e condições de iluminação inadequados, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as instalações elétricas e luminotécnica em uma granja de poedeiras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA GRANJA

Realizou-se uma visita à Granja Santa Maria, localizada no município de Santa Maria do Jetibá, Espírito Santo. O município é o maior produtor de ovos do país (SANTA MARIA DO JETIBÁ, 2018). O grupo possui três complexos de granjas e duas fábricas de ração. No total, estão instalados 14 galpões, cada galpão possui cinco linhas de gaiolas com seis andares. As fábricas de ração produzem alimentação para consumo próprio e comercialização. A Granja Santa Maria mantém um plantel de dois milhões de poedeiras, com produção diária em torno de 1,4 milhão de ovos. A produção é comercializada nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil.

Por dia, as poedeiras consomem cerca de 280m³ de água. Em caso de falha no abastecimento, em razão de falha nas instalações elétricas, cada hora sem água equivale a um dia sem ração, em termos de prejuízo à produtividade e ao conforto dos animais. Em 2010 todos os sistemas de abastecimento de comedouros e bebedouros, limpeza de excrementos, recolhimento e classificação dos ovos foram automatizados. Portanto, as instalações elétricas dos galpões e da sala de classificação são relativamente novas. Por outro lado, as fábricas de ração possuem instalações elétricas bem mais antigas.

3.2 AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Foram observadas irregularidades nas instalações elétricas da Granja, tais como condutores fora de condutos, defeitos e falhas nos condutores, extensões irregulares, sinais de sobreaquecimento em condutores, calhas abrigando um número excessivo de condutores, defeitos em componentes das instalações, ausência de isolamento em emendas, entre outros.

As irregularidades encontradas nas instalações elétricas foram registradas em fotos. Considerou-se irregularidades tudo que não estava em conformidade com a Norma NBR 5410 (ABNT, 2004).

3.2.1 NORMA NBR 5410 DA ABNT

A Norma NBR 5410 (ABNT, 2004) regulamenta as instalações elétricas novas ou reformas de instalações existentes de baixa tensão e tem a finalidade de garantir a segurança de pessoas e animais, assim como o adequado funcionamento das instalações e conservação dos bens. Ela se aplica às instalações submetidas a tensões nominais menores que 1.000V em corrente alternada, com frequência máxima de 400Hz, e 1.500V em corrente contínua.

A aplicação da NBR 5410 (ABNT, 2004) não dispensa o cumprimento de outras normas existentes, aplicáveis a instalações e locais específicos, ao cumprimento das regulações de órgãos públicos e às normas de fornecimento de energia das autoridades reguladoras e empresas de fornecimento de eletricidade.

Os objetivos e prescrições da NBR 5410 (ABNT, 2004) estão orientados à partir dos seguintes princípios: proteção contra choques elétricos, proteção contra efeitos térmicos, proteção contra sobrecorrentes, circulação de correntes de falta, proteção contra sobretensões, serviços de segurança, desligamento de emergência, seccionamento, independência da instalação elétrica, acessibilidade dos componentes, seleção dos componentes, prevenção de efeitos danosos ou indesejáveis, instalação dos componentes, verificação da instalação e qualificação profissional.

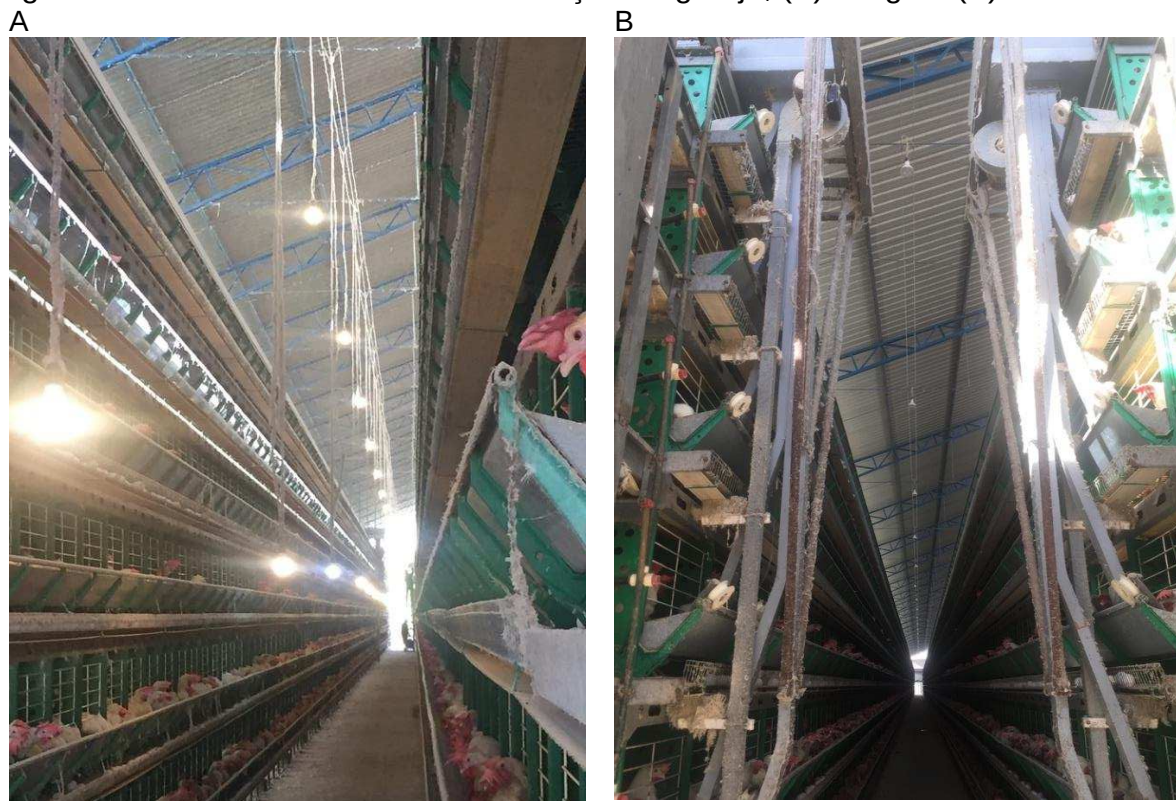
3.3 AVALIAÇÃO LUMINOTÉCNICA

Para a avaliação das condições luminotécnicas, utilizou-se um luxímetro digital portátil para aferir a luminância (em lux) de um galpão de poedeiras e da sala de classificação e lavagem de ovos. Utilizou-se uma trena para medir a largura e comprimento dos corredores, a distância horizontal entre as lâmpadas e a altura em que as lâmpadas estão instaladas.

Como o sistema de iluminação do galpão de poedeiras está sendo substituído, foi possível coletar dados de luminância em duas áreas distintas: em um corredor onde ainda está instalado o antigo sistema de iluminação e em um corredor em que o

novo sistema já está instalado (Figura 1). Cada corredor tem largura igual a 1,3 m e comprimento de 110 m.

Figura 1 – Vista dos sistemas de iluminação da granja, (A) antigo e (B) novo.



Fonte: Os autores.

O antigo sistema de iluminação (Figura 1A) consiste de lâmpadas de LED modelo STH8265/27 da fabricante Stella Design, com potência de 9 W e temperatura de cor de 2700 K. A distância horizontal entre as lâmpadas é igual a 2,5 m e as lâmpadas estão suspensas a alturas intercaladas de dois e quatro metros. Ao todo, são 44 lâmpadas ao longo de toda a extensão do corredor.

O novo sistema de iluminação (Figura 1B) é composto por lâmpadas de LED modelo PAR 38 da fabricante Taschibra, com potência de 9,9 W e temperatura de cor de 3000 K. O espaçamento entre lâmpadas é de cinco metros e as lâmpadas estão suspensas a uma altura uniforme de quatro metros. No total, são 22 lâmpadas ao longo do corredor.

Nos dois corredores as aferições de luminância foram realizadas próximas da posição central, posicionando-se o luxímetro na altura dos comedouros.

Na sala de classificação e lavagem dos ovos foram escolhidos três pontos onde os funcionários realizam suas atividades durante a jornada de trabalho. Foram

coletados dados de luminância nos seguintes pontos: próximo à esteira de seleção dos ovos que serão lavados, próximo à esteira de inspeção dos ovos classificados e no setor de expedição dos ovos embalados. As medidas foram realizadas aproximando-se o luxímetro na altura de trabalho dos funcionários.

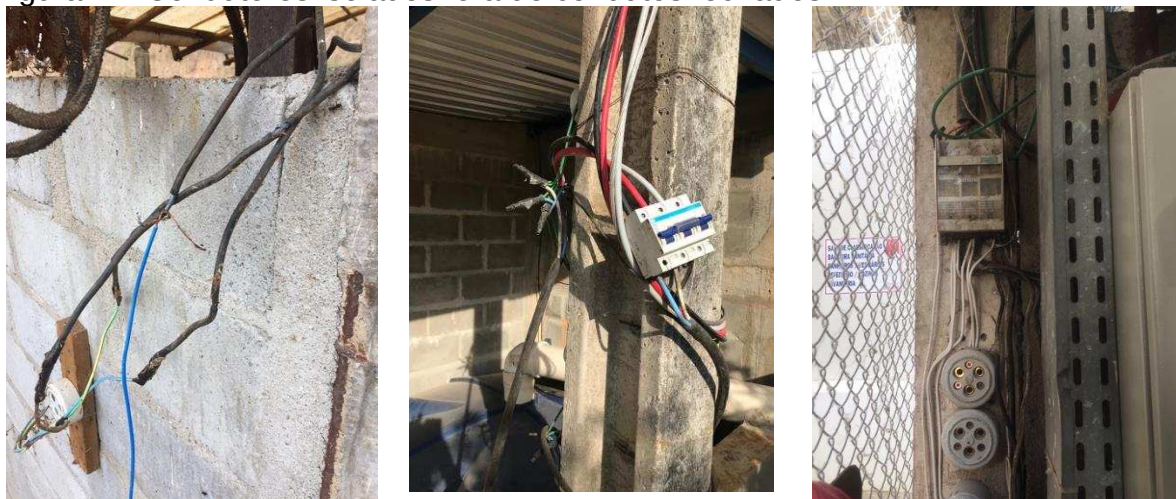
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

i) Presença de condutores isolados fora de condutos fechados

Na Figura 2 observam-se três situações com a presença de condutores isolados instalados fora de condutos fechados. A Norma NBR 5410 (ABNT, 2004) estabelece que as linhas elétricas de condutores isolados (não dotados de cobertura) devem estar protegidas por condutos fechados, como eletrodutos (de seção circular ou não-circular), bandejas, canaletas fechadas, eletrocalhas com tampa etc.

Figura 2 – Condutores isolados fora de condutos fechados



Fonte: Os autores.

Os condutores observados na Figura 2 em questão não se encontravam sustentados, acomodados, fixos e protegidos contra danos mecânicos, os tornando susceptíveis à injúrias mecânicas que podem expor o elemento condutor e causar choque elétrico em pessoas e animais, curto-circuito e até incêndio. Para se adequar à Norma NBR 5410 (ABNT, 2004) e diminuir os riscos, é recomendado a instalação de condutos apropriados ou a substituição dos condutores isolados por condutores dotados de isolamento e cobertura, desde que sejam fixados corretamente à parede.

ii) Injúrias na cobertura e isolamento de cabos condutores

Como pode-se observar na Figura 3, foram encontrados cabos condutores cuja cobertura e isolamento estavam danificados. De acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2004), “todo condutor deve ser provido, no mínimo, de isolação, a não ser quando o uso de condutores nus ou providos de apenas cobertura for expressamente permitido”.

Figura 3 – Injúrias no isolamento e cobertura de condutores



Fonte: Os autores.

Falhas no isolamento pode levar à ocorrência de uma falta elétrica, ou seja, o contato ou arco accidental entre partes vivas com diferença de potencial, entre parte viva e a terra e entre parte viva e massa. Desta forma, injúrias na cobertura e isolamento dos condutores podem resultar em choques elétricos de forma direta e indireta. Direta, quando pessoas ou animais entram em contato com partes vivas sob tensão, e indireta, quando o contato é feito através de uma massa energizada. Além disso, o elemento condutor exposto está desprotegido contra danos mecânicos,

podendo se romper ou deformar com maior facilidade. Recomenda-se a substituição dos condutores que apresentam injúrias e o uso de condutos apropriados para uma maior proteção dos condutores.

iii) Tomadas irregulares

Na Figura 4 nota-se a ausência do condutor de proteção nas duas tomadas. Isto se verifica pelo fato da ausência do pino de terra na tomada fixa e a presença de apenas dois condutores, fase e neutro, na tomada móvel.

Figura 4 – Tomadas irregulares



Fonte: Os autores.

De acordo com a Norma NBR 5410 (ABNT, 2004), todo circuito deve possuir condutor de proteção, podendo este ser comum a mais de um circuito em casos específicos. As linhas móveis também devem dispor de condutor de proteção, que promove o escoamento de cargas estáticas que são formadas em componentes metálicos de equipamentos, minimiza os efeitos prejudiciais de curtos circuitos e o desvia a corrente elétrica em casos de falta. Desta forma, o condutor de proteção é

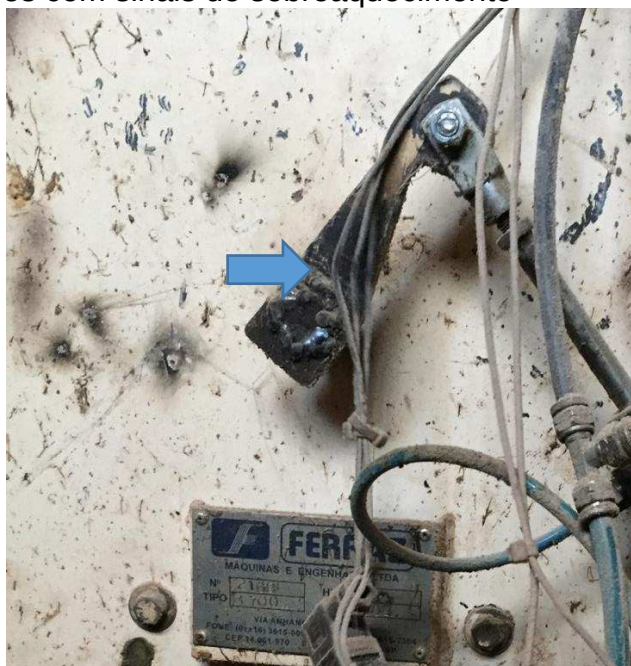
essencial para garantir a proteção de equipamentos e evitar a ocorrência de choques elétricos em pessoas e animais.

Pode-se observar, na Figura 4, que a tomada móvel se encontra suspensa. Ao conectar um aparelho à tomada, o esforço de tração dos cabos suspensos pode prejudicar a ligação, desfazendo a conexão de forma involuntária. A fim de garantir a proteção dos bens e usuários, recomenda-se a instalação do condutor de proteção, a eliminação da tomada móvel e a substituição da tomada fixa por duas tomadas fixas contendo pino terra.

iv) Condutores apresentando sinais de sobreaquecimento

Observou-se a ocorrência de condutores carbonizados, indicando sobreaquecimento no sistema elétrico (Figura 5).

Figura 5 – Condutores com sinais de sobreaquecimento



Fonte: Os autores.

A NBR 5410 (ABNT, 2004), estabelece que a seleção e instalação dos componentes das instalações elétricas deve ser feito de forma a não provocar um incêndio, seja por seu aquecimento normal, sobreaquecimento causado por falta ou em situação de sobrecarga. O estado da isolação dos condutores e de seus elementos de conexão devem ser inspecionados a fim de detectar sinais de sobreaquecimento, rachaduras e ressecamentos.

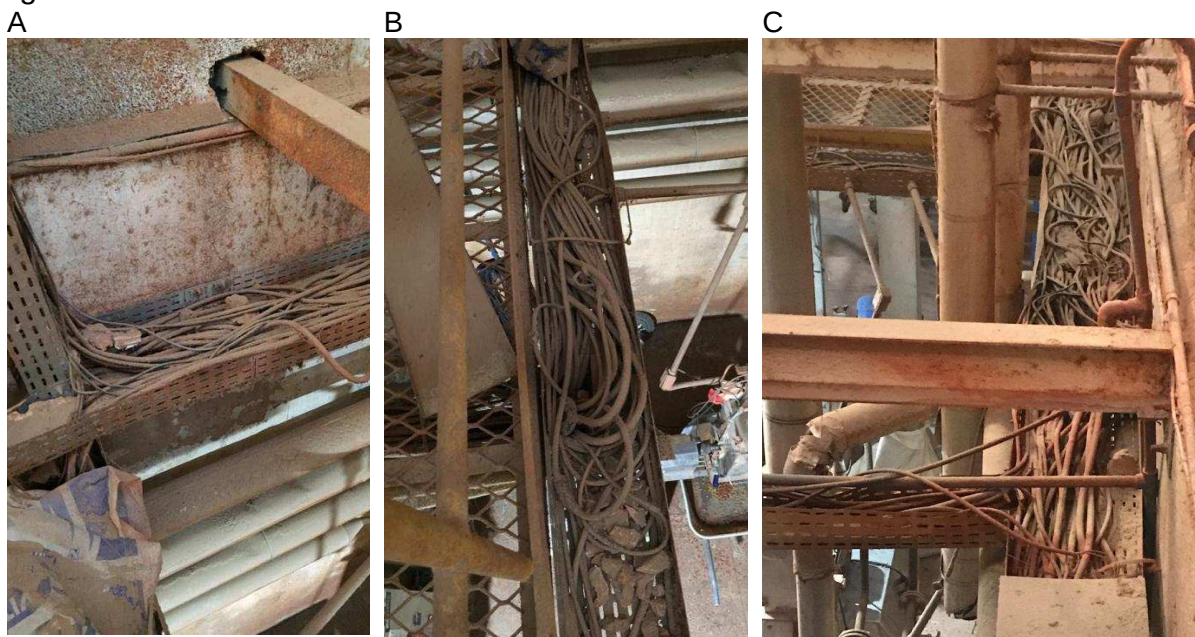
A capacidade de condução de corrente elétrica de um condutor está diretamente relacionada à área de sua seção transversal. Quando essa capacidade é superada por uma corrente de maior intensidade, o condutor se aquece. Diversos problemas graves podem surgir em consequência do sobreaquecimento dos condutores, como incêndios, queimaduras e choques elétricos. Além disso, o sobreaquecimento dos condutores pode aumentar o dispêndio energético, uma vez que há dissipação de energia elétrica na forma de calor.

De acordo com Rangel Junior (2011), a maioria dos incêndios causados pela eletricidade são originados por sobreaquecimento da fiação. A elevação excessiva da temperatura pode levar à combustão do material de isolamento ou materiais inflamáveis próximos, como tecidos, material particulado inflamável, plásticos e papel. Recomenda-se, portanto, a substituição dos condutores que apresentam sinais de sobreaquecimento por condutores de maior área de seção transversal, adequados à corrente elétrica e calculados segundo a metodologia prevista na NBR 5410 (ABNT, 2004).

v) Calhas subdimensionadas

Foram observados diversos segmentos de calhas em que a quantidade de condutores ultrapassa os limites da calha, como demonstrado na Figura 6 (A, B e C).

Figura 6 – Calhas subdimensionadas



Fonte: Os autores.

A Norma 5410 (ABNT, 2004), recomenda que os cabos ocupem uma única camada em bandejas, leitos e prateleiras. No entanto, a disposição de várias camadas é admitida desde que o limite de volume de material combustível não ultrapasse o máximo estabelecido para a categoria do cabo. O volume de material combustível é limitado com a finalidade de minimizar ou evitar que os cabos contribuam para a propagação de incêndio. A Norma NBR 5410 (ABNT, 2004) determina também que a taxa de ocupação dos condutos deve considerar ampliações futuras.

O conduto e o tipo de montagem podem favorecer ou prejudicar a troca de calor entre os condutores e o ambiente. Portanto, uma calha subdimensionada pode promover o aumento da temperatura dos condutores, influenciando na capacidade de condução de corrente dos condutores. Além disso, o aumento excessivo da temperatura pode provocar queimaduras e até mesmo iniciar um incêndio.

Pode-se perceber na Figura 6 a presença de material particulado e restos de materiais de construção. A Norma NBR 5410 (ABNT, 2004) dispõe sobre a manutenção dos componentes da instalação elétrica, determinando a inspeção do estado geral das instalações e realização de limpezas periódicas. A presença de material particulado e restos de materiais de construções pode diminuir a capacidade de dissipação de calor dos condutores. Além disso, dependendo da natureza do material particulado, o mesmo pode promover e acelerar o processo de propagação de incêndios.

A recomendação é que sejam utilizadas calhas com maior largura de leito ou o uso de mais de uma calha, a fim de diminuir a quantidade de condutores em uma mesma linha elétrica, reduzindo o risco de superaquecimento e, conseqüentemente, de queimaduras e incêndio. Na escolha da calha de substituição deve-se considerar a possibilidade de ampliações futuras. Recomenda-se também a limpeza periódica das calhas.

vi) Problemas nos quadros de distribuição de circuitos

Na Figura 7 (A e B), observa-se problemas no estado geral dos quadros de distribuição de circuitos. O quadro da Figura 9A se encontra sem a tampa e o quadro da Figura 9B encontra-se quebrado e sem tampa.

Figura 7 – Quadros de distribuição de circuitos sem a tampa (A e B) e quebrado (B)

A



B



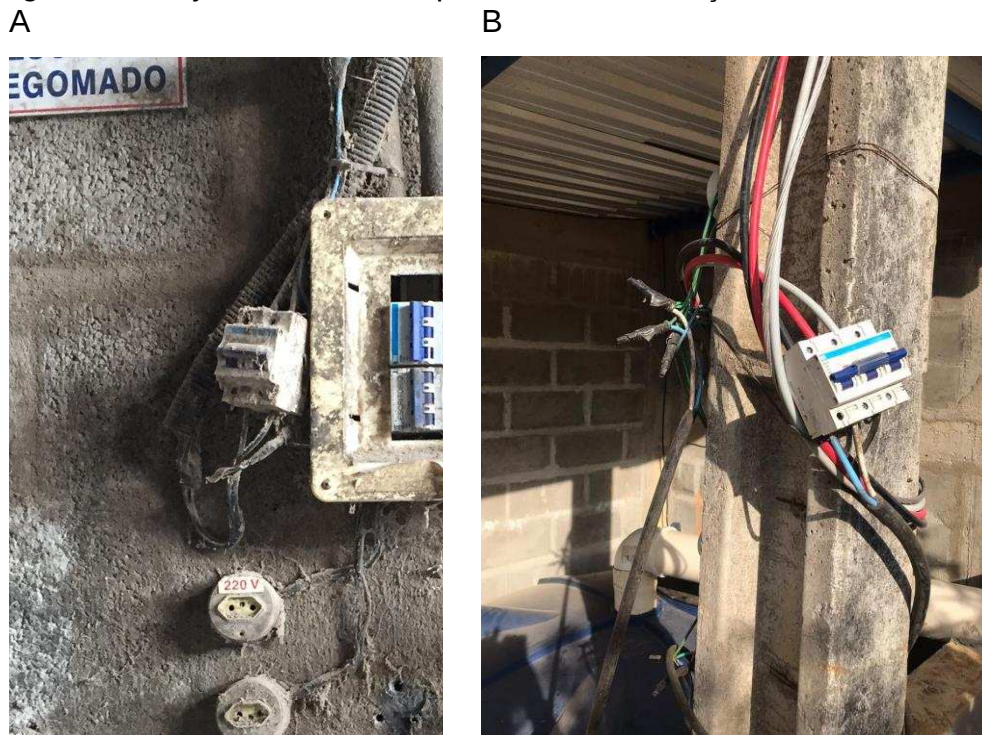
Fonte: Os autores.

A Norma NBR 5410 (ABNT, 2004) determina que a estrutura dos quadros e painéis deve ser verificada, observando-se a integridade mecânica, fechaduras, dobradiças, entre outros. O quadro da Figura 7B deve ser substituído por um quadro em bom estado geral e o quadro da Figura 7A deve ser substituído ou ter sua tampa reinstalada.

vii) Disjuntores fora de quadros de distribuição de circuitos ou painéis

Como podemos observar na Figura 8 (A e B), há vários disjuntores não fixados à quadros de distribuição de circuitos ou painéis.

Figura 8 – Disjuntores fora de quadros de distribuição de circuitos ou painéis



Fonte: Os autores.

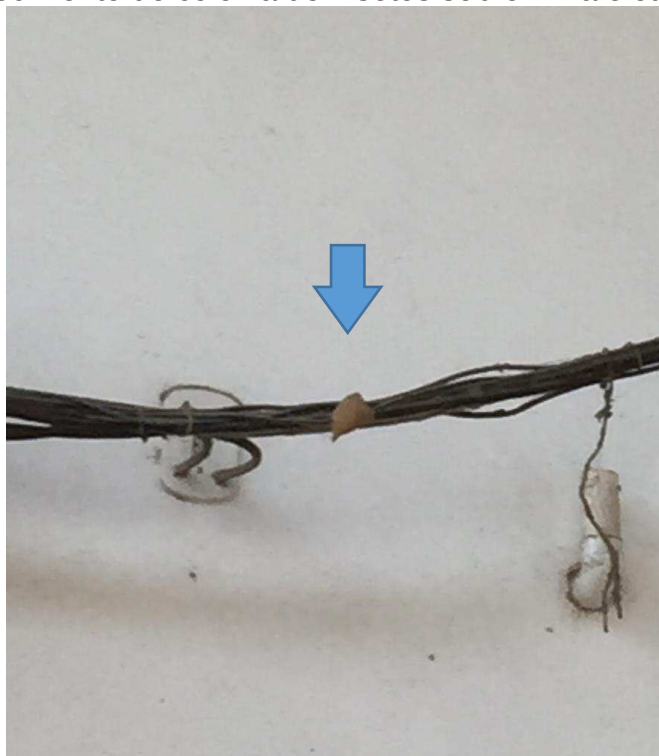
A NBR 5410 (ABNT, 2004) estabelece que componentes com partes móveis devem ser inspecionados quanto à sinais de aquecimento, ajustes, estado dos contatos, fixação, entre outros.

Em situações de perigo em que seja necessário desenergizar um circuito, os disjuntores e outros dispositivos de desligamento de emergência devem ser instalados de forma a facilitar a manobra. Recomenda-se a instalação de caixas de distribuição de circuito ou painéis para abrigar os disjuntores e garantir a correta fixação dos mesmos.

viii) Estabelecimento de colônia de insetos em linhas elétricas

Foi encontrado a presença de colônia de insetos instalada em linha elétrica (Figura 9). A Norma NBR 5410 (ABNT, 2004) considera prejudicial a presença de fauna nas instalações elétricas. É determinado que precauções devem ser tomadas a fim de evitar a presença da fauna, tais como limpeza e uso de pesticidas.

Figura 9 – Estabelecimento de colônia de insetos sobre linha elétrica



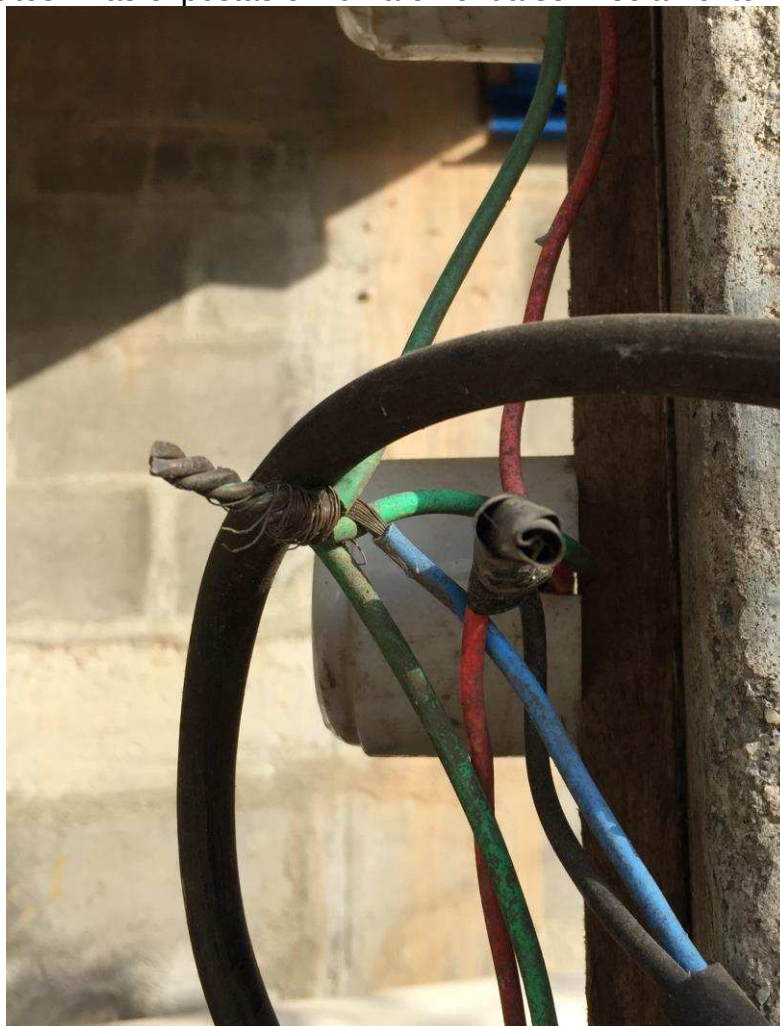
Fonte: Os autores.

Embora a colônia de insetos em questão seja de pequeno tamanho, o seu contato com os condutores pode criar um ponto de isolamento térmico, causando sobreaquecimento dos condutores, acarretando danos à sua proteção e isolamento. É recomendado, portanto, a retirada e a adoção de medidas de prevenção ao aparecimento de novas colônias de insetos.

ix) Emendas sem isolamento

De acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2004), todo condutor deve ser provido, no mínimo, de isolamento. Contudo, percebe-se na Figura 10 a presença de partes vivas expostas em uma emenda sem isolamento.

Figura 10 – Partes vivas expostas em uma emenda sem isolamento



Fonte: Os autores.

A NBR 5410 (ABNT, 2004) estabelece que os condutores devem formar trechos contínuos. As emendas e derivações somente são admitidas no interior de caixas. A exposição de elementos condutores em instalações elétricas representa grande risco a pessoas e animais, devido a possibilidade de choques elétricos diretos e indiretos. Além disso, a situação em questão favorece o acontecimento de faltas, que podem resultar em incêndios.

Portanto, é recomendado a instalação de caixas de passagem nos locais onde há descontinuidade nas linhas elétricas e fazer correto isolamento da emenda, a fim de proteger e evitar o contato de pessoas e animais.

4.2 AVALIAÇÃO LUMINOTÉCNICA

4.2.1 LUMINÂNCIA NA SALA DE LAVAGEM E CLASSIFICAÇÃO DE OVOS

No Brasil, os níveis médios de iluminamento para iluminação artificial de interiores são definidos pela Norma NBR 5413. Segundo esta Norma, esses níveis são estabelecidos de acordo com a classe da tarefa a ser desenvolvida.

Os ovos que chegam dos galpões passam por duas inspeções visuais: uma a fim de detectar sujidades e encaminha-los à máquina de lavagem e outra para identificar aqueles que estão quebrados após o processo de classificação e deverão ser descartados. Os valores de luminância aferidos nos três pontos estratégicos da sala de lavagem e classificação de ovos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Luminância em diferentes pontos na sala de lavagem e classificação de OVOS

Local	Luminância (lux)
Esteira de lavagem	738
Classificação	461
Expedição	1520

Para tarefas com requisitos especiais, como inspeção, a NBR 5413 (ABNT, 1992) recomenda que os níveis de luminância devem estar entre 1000 lux e 2000 lux. Como podemos observar na Tabela 1, as luminâncias na esteira de lavagem e classificação foram, respectivamente, 738 lux e 461 lux. Portanto, a luminância nestes locais está abaixo do recomendado pela Norma NBR 5413 (ABNT, 1992). Níveis de luminância abaixo do recomendado podem causar desconforto visual, afetar o desempenho dos trabalhadores em realizar suas tarefas visuais e reduzir a segurança visual ao detectar perigos. É recomendado então elevar os níveis de luminância nesses locais, a fim de adequá-los aos recomendados pela Norma NBR 5413 (ABNT, 1992).

Após a classificação, os ovos são embalados e encaminhados para os caminhões de transporte. Para tarefas com necessidades visuais simples, como trabalho bruto de maquinaria, a Norma NBR 5413 (ABNT, 1992) recomenda que a luminância esteja entre 200 lux e 500 lux. De acordo com a Tabela 1, a luminância aferida no setor de expedição foi igual a 1520 lux, valor acima do recomendado. Valores de luminância acima do recomendado implicam em maior consumo de

energia na agroindústria. É possível reduzir a luminância no setor de expedição sem afetar o conforto visual, desempenho e segurança dos trabalhadores. Portanto, recomenda-se que seja realizada a adequação dos níveis de iluminação no setor de expedição.

4.2.2 LUMINÂNCIA NO GALPÃO DE POEDEIRAS

No galpão de poedeiras a luminância em um corredor onde ainda está instalado o antigo sistema de iluminação (corredor 1) foi de 90,1 lux e onde já se encontram instaladas as novas lâmpadas (corredor 2) foi observada luminância de 118,2 lux. Portanto, analisando a intensidade de luz, os dois sistemas de iluminação estão muito acima dos valores recomendados pela Hy-Line International (2015), 30 lux. A substituição do antigo sistema de iluminação pelo novo não trouxe benefícios no que diz respeito ao aumento da produtividade de ovos pela influência da luminância.

Nota-se que a intensidade de luz aumentou ao substituir o sistema de iluminação. Apesar do número reduzido de lâmpadas, o novo sistema de iluminação é composto por lâmpadas de fluxo luminoso de 1000 lumens (TASCHIBRA, 2019), enquanto o antigo sistema de iluminação, com o dobro de lâmpadas, é composto de lâmpadas de fluxo luminoso igual a 720 lumens (STELLA DESIGN, 2019).

A temperatura de cor do sistema de iluminação desempenha papel importante no desenvolvimento e produtividade de ovos das poedeiras. Segundo a Hy-Line International (2015), a temperatura de cor ideal durante o crescimento e postura das galinhas deve estar entre 2700 K e 3000 K, considerada luz quente. A temperatura de cor da lâmpada STH8265/27 é igual a 2700 K e da lâmpada PAR38 é igual a 3000 K. Desta forma, a temperatura de cor dos dois sistemas de iluminação é ideal e contribui com a máxima produtividade das poedeiras.

5 CONCLUSÕES

As instalações elétricas do complexo granjeiro apresentam desconformidades em relação às recomendações da Norma NBR 5410 (ABNT, 2004). Foram encontrados os seguintes problemas no sistema elétrico: condutores isolados fora de condutos fechados, injúrias na cobertura e isolamento de cabos condutores, tomadas irregulares, condutores apresentando sinais de sobreaquecimento, calhas subdimensionadas, quadros de distribuição de circuitos quebrados e faltando partes, disjuntores fora de quadros de distribuição de circuitos ou painéis, estabelecimento de colônia de insetos em linhas elétricas e emendas sem isolamento.

Em relação à luminância, todas as áreas avaliadas apresentaram condições luminotécnicas inadequadas de acordo com a Norma NBR 5413 (ABNT, 1992). Sendo prejudicial ao conforto visual, segurança e produtividade dos funcionários e, também, para a maior produtividade de ovos das poedeiras.

Para trabalhos futuros, recomenda-se:

- Avaliação de um número maior de granjas, a fim de se obter um levantamento das condições das instalações elétricas no setor;
- Avaliar outros aspectos regulamentados pela Norma NBR 5410 (ABNT, 2004), como adequação de disjuntores, bitola de condutores, balanceamento de cargas, entre outros que não foram avaliados neste trabalho; e
- Avaliar a uniformidade e perfil de iluminação das áreas estudadas, a fim de se compreender mais a fundo as características luminotécnicas do local.

REFERÊNCIAS

- ABRACOPEL. Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade. **Anuário estatístico brasileiro dos acidentes de origem elétrica, ano base 2017**. Salto (SP): Abracopel; 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2ITBlei>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Revisado 2008.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- COTRIM, A. A. M. B. **Instalações Elétricas**. 4. ed. Sao Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. 674 p.
- CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 494 p.
- DANIEL, E. **A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: Um modelo de avaliação**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/2Ln0DTw>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanço Energético Nacional 2018: Ano base 2017**. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2HzO0nt>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- GABRIEL, J. E. F. **Eficiência energética de sistemas de iluminação em galpões de aves poedeiras através de avaliações estatísticas e econômicas**. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003. Disponível em: <https://bit.ly/2Jbtasx>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- HUMANE FARM ANIMAL CARE. **Galinhas Poedeiras**. Middleburg: 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2JcLuSg>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- HY-LINE INTERNATIONAL. **Understanding poultry lighting: A guide to led bulbs and other sources of light for egg producers**. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2KI6u6t>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- IEA - International Energy Agency. **Light's Labour Lost: Policies for Energy-Efficient Lighting, in Support of the G8 Plan of Action**. International Energy Agency, OECD, 2006. Disponível em: <https://bit.ly/2YsoOE5>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- MAKIYAMA, L. **Programas de iluminação para codornas japonesas no período de recria e desempenho na fase de postura**. 2012. 63p. Dissertação (Mestrado) – Curso de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2012. Disponível em: <https://bit.ly/2RICHoy>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- RANGEL JUNIOR, E. **A eletricidade como fator gerador de incêndios**. 2011. Disponível em: <https://bit.ly/2XzHjcl>. Acesso em: 28 jun. 2019.

SANTA MARIA DO JETIBÁ (ES). **Santa Maria de Jetibá é líder na produção de ovos no País**. Santa Maria do Jetibá, ES: Prefeitura Municipal de Santa Maria do Jetibá, 2018. Disponível em: www.pmsmj.es.gov.br. Acesso em: 28 jun. 2019.

STELLA DESIGN. **Bulbo 9W**. 2019. Disponível em: <https://www.stella.com.br/produto/bulbo-9-w>. Acesso em: 28 jun. 2019.

TASCHIBRA. **Produtos**. 2019. Disponível em: <http://www.taschibra.com.br/site/web/pt/produto/par-led>. Acesso em: 28 jun. 2019.

TURCO, J. E. P.; FERREIRA, L. F. S. A.; FURLAN, R. L. Consumo e custo de energia elétrica em equipamentos utilizados em galpão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 519–522, 2007. Disponível em: <https://bit.ly/2Xc8Qwp>. Acesso em: 28 jun 2019.