



## Automação de baixo custo da iluminação artificial para aves de corte

*Pedro Hurtado de Mendoza Borges<sup>a</sup>, Zaíra Morais dos Santos Hurtado de Mendoza<sup>b</sup>, Pedro Hurtado de Mendoza Morais<sup>c</sup>, Ronei Lopes dos Santos<sup>d</sup>, Charles Esteffan Cavalcante<sup>e</sup> e Felipe Schmitz Ruver<sup>f</sup>*

**Resumo:** Os programas de iluminação nos aviários têm como principal finalidade estimular o consumo de alimentos no momento adequado para melhorar o desempenho, pois possibilita o acesso das aves a água e ração. Esses programas têm importância na fase inicial de desenvolvimento das aves, uma vez que facilita a sua adaptação ao ambiente. Esta pesquisa teve

- 
- a Doutor em Máquinas Agrícolas. Professor da UFMT – Universidade Federal do Mato Grosso. [pborges@ufmt.br](mailto:pborges@ufmt.br) <http://orcid.org/0000-0001-7603-8775>
- b Doutora em Ciências Florestais. Professora da UFMT – Universidade Federal do Mato Grosso. [zairamorais09@gmail.com](mailto:zairamorais09@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0002-0930-7928>
- c Graduando em Agronomia pela UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso. [pedromorais08@gmail.com](mailto:pedromorais08@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0003-2431-9262>
- d Graduando em Agronomia pela UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso. [roneilopis@gmail.com](mailto:roneilopis@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0002-6858-0625>
- e Graduando em Agronomia pela UFMT – [charlescavalcante05@gmail.com](mailto:charlescavalcante05@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0002-8768-5078>
- f Graduado em Agronomia pela UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso. [felipez789@gmail.com](mailto:felipez789@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0003-1689-0741>

como objetivo desenvolver um sistema automatizado de baixo custo para controlar e monitorar o programa de iluminação em instalações para avicultura de corte. Por meio de um sensor de luminosidade conectado a um microcontrolador Arduino foi possível acionar e controlar dois circuitos de iluminação para manter valores adequados do fluxo luminoso e do fotoperíodo requerido pelas aves, em função da sua idade. Os valores foram estabelecidos com base nas referências bibliográficas consultadas. Para o correto funcionamento do sistema foram elaborados o fluxograma para um programa computacional e a sua implementação na linguagem C, utilizando-se o ambiente de desenvolvimento do microcontrolador. Durante os testes, o sistema controlou os circuitos e armazenou os dados conforme previsto, evidenciando bom desempenho. Concluiu-se que, foi possível a automação em pequenas propriedades rurais para controlar e monitorar o programa de iluminação na avicultura de corte. O sistema proposto poderá reduzir o consumo de energia na propriedade, pois os circuitos foram acionados, apenas, para completar o fotoperíodo exigido pelas aves. Este trabalho servirá como uma ferramenta útil e viável para contribuir com a sustentabilidade de empreendimentos avícolas, em razão de minimizar os custos de produção desse setor.

**Palavras-chave:** Avicultura de corte. Programa de iluminação. Agricultura Familiar. Arduino.

## Low cost automation of artificial illumination for broilers

*Pedro Hurtado de Mendoza Borges<sup>a</sup>, Zaira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza<sup>b</sup>, Pedro Hurtado de Mendoza Morais<sup>c</sup>, Ronei Lopes dos Santos<sup>d</sup>, Charles Esteffan Cavalcante<sup>e</sup> & Felipe Schmitz Ruver<sup>f</sup>*

**Abstract:** The main purpose of lighting programs in aviaries is to stimulate food consumption at the right moment to improve performance, as it provides access to birds for water and feed. These programs are important in the early stages of birds development, since they facilitate their adaptation to the environment. This research aimed to develop an automated system of low cost to control and monitor the light program in facilities for poultry cutting. Through a light sensor connected to an Arduino microcontroller, it was possible to drive and control two lighting circuits to maintain adequate values of the luminous flux and the photoperiod required by the birds, according to their age. The values were established based on the

- 
- a Ph. D. in Agricultural Machinery. Professor at UFMT – Federal University of Mato Grosso. [pborges@ufmt.br](mailto:pborges@ufmt.br) <http://orcid.org/0000-0001-7603-8775>
- b Ph. D. in Forest Sciences. Professor at UFMT – Federal University of Mato Grosso. [zairamorais09@gmail.com](mailto:zairamorais09@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0002-0930-7928>
- c Graduate student in Agronomy at UFMT – Federal University of Mato Grosso. [pedromorais08@gmail.com](mailto:pedromorais08@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0003-2431-9262>
- d Graduate student in Agronomy at UFMT – Federal University of Mato Grosso. [roneilopis@gmail.com](mailto:roneilopis@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0002-6858-0625>
- e Graduate student in Agronomy at UFMT – Federal University of Mato Grosso. [charlescavalcante05@gmail.com](mailto:charlescavalcante05@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0002-8768-5078>
- f Graduate student in Agronomy at UFMT – Federal University of Mato Grosso. [felipexz789@gmail.com](mailto:felipexz789@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0003-1689-0741>

consulted bibliographical references. For the correct system functioning, a flowchart for a computational program and its implementation in the C language were elaborated, using the development environment of the microcontroller. During the tests, the system controlled the circuits and saved the data as expected, showing good performance. It was concluded that, it was possible the automation in small farms to control and monitor the program of light in the cutting poultry. The proposed system could reduce the energy consumption in the property, because the circuits were activated to complete the photoperiod required by the birds. This work will serve as a useful and viable tool to contribute to the sustainability of poultry enterprises because of minimizing the production costs of this sector.

**Keywords:** Poultry farming. Program of light. Family Farming. Arduino.

## Automatización de bajo costo de la iluminación artificial para aves de corte

*Pedro Hurtado de Mendoza Borges<sup>a</sup>, Zaira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza<sup>b</sup>, Pedro Hurtado de Mendoza Morais<sup>c</sup>, Ronei Lopes dos Santos<sup>d</sup>, Charles Esteffan Cavalcante<sup>e</sup> y Felipe Schmitz Ruverff<sup>f</sup>*

**Resumen:** Los programas de iluminación en los aviaros tienen como principal objetivo estimular el consumo de alimentos en el momento adecuado para mejorar el desempeño, pues posibilita el acceso de las aves al agua y a la ración. Estos programas tienen importancia en la fase inicial de desarrollo de las aves, ya que facilita su adaptación al medio ambiente. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un sistema automatizado de bajo costo para controlar y monitorear el

- 
- a Doctorado en Máquinas Agrícolas. Profesor en la UFMT – Universidad Federal de Mato Grosso. [pborges@ufmt.br](mailto:pborges@ufmt.br) <http://orcid.org/0000-0001-7603-8775>
- b Doctorado en Ciencias Forestales. Profesor en la UFMT – Universidad Federal de Mato Grosso. [zairamorais09@gmail.com](mailto:zairamorais09@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0002-0930-7928>
- c Estudiante de Graduación en Agronomía por la UFMT – Universidad Federal de Mato Grosso. [pedromorais08@gmail.com](mailto:pedromorais08@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0003-2431-9262>
- d Estudiante de Graduación en Agronomía por la UFMT – Universidad Federal de Mato Grosso. [roneilopis@gmail.com](mailto:roneilopis@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0002-6858-0625>
- e Estudiante de Graduación en Agronomía por la UFMT – Universidad Federal de Mato Grosso. [charlescavalcante05@gmail.com](mailto:charlescavalcante05@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0002-8768-5078>
- f Estudiante de Graduación en Agronomía por la UFMT – Universidad Federal de Mato Grosso. [felipez789@gmail.com](mailto:felipez789@gmail.com) <http://orcid.org/0000-0003-1689-0741>

programa de iluminación en instalaciones para avicultura de corte. Por medio de un sensor de luminosidad conectado a un microcontrolador Arduino se pudo accionar y controlar dos circuitos de iluminación para mantener valores adecuados del flujo luminoso y del fotoperíodo requerido por las aves, en función de su edad. Los valores se establecieron sobre la base de las referencias bibliográficas consultadas. Para el correcto funcionamiento del sistema se elaboró el diagrama de flujo del programa computacional y su implementación en lenguaje C, utilizándose el ambiente de desarrollo del microcontrolador. Durante las pruebas, el sistema controló los circuitos y almacenó los datos según lo previsto, evidenciando buen desempeño. Se concluyó que, es posible la automatización en pequeñas propiedades rurales para controlar y monitorear el programa de iluminación en la avicultura de corte. El sistema propuesto puede reducir el consumo de energía en la propiedad, ya que los circuitos sólo se accionaron para completar el fotoperíodo exigido por las aves. Este trabajo servirá como una herramienta útil y viable para contribuir con la sostenibilidad de emprendimientos avícolas, en razón de minimizar los costos de producción de ese sector.

**Palabras clave:** Avicultura de corte. Programa de iluminación. Agricultura Familiar. Arduino.

## **1. Introdução**

O estado de Mato Grosso destaca-se no cenário nacional como produtor e exportador da carne de frango, ocupando a sétima e a oitava posição respectivamente (EMBRAPA, 2018). Esses resultados poderiam melhorar com o controle automatizado do programa de iluminação, pois a sua influência sobre o desempenho das aves tem sido constatada em diversas pesquisas (MORAES et al., 2008; SCHWEAN-LARDNER; CLASSEN, 2010; SCHWEAN-LARDNER et al., 2012; LIMA et al., 2014; SANTANA et al., 2014; SILVA; GAI, 2017). Porém, o elevado custo desses sistemas pode inviabilizar o uso dessa tecnologia nas propriedades de pequenos e médios produtores rurais, que nem sempre dispõem de recursos e capital financeiro suficiente para essa finalidade.

Deve-se salientar que, apesar do contínuo trabalho para o fortalecimento das políticas públicas voltadas à agricultura familiar realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CNA), uma grande porcentagem dos avicultores apresenta dificuldades financeiras para aplicar modernas e eficientes tecnologias. Além disso, houve uma redução da evolução do alojamento de pintos de corte a partir de 2016, acentuando-se a queda nas exportações em 2018 (CONAB, 2019). Esses aspectos indicam a necessidade urgente de introduzir avanços tecnológicos no referido setor para elevar os indicadores quantitativos e qualitativos na produção de frangos de corte.

De acordo com Garcia (2006) e Zaluski; Marques (2015), a maior parte da produção de frango de corte no país encontra-se inserida no sistema de integração com agroindústrias, sendo que o avicultor é responsável pelos custos da construção das instalações, mão-de-obra e equipamentos. Já, a integradora fornece os pintos, ração, medicamentos, transporte das aves ao abatedouro e assistência técnica. Essa estratégia de produção vertical vem sendo adotado por pequenos produtores devido à

garantia de uma demanda contratual (GARCIA, 2006). Conforme o mesmo autor, o ensino médio e superior é o nível de escolaridade predominante entre os avicultores, o que facilita a automação tecnológica dos aviários.

Também, existe uma crescente tendência de automatizar processos agropecuários, na procura de elevar os índices zootécnicos das principais cadeias produtivas do país. No caso da avicultura de corte, as plataformas de prototipagem eletrônica de baixo custo com o nome comercial de Arduino oferecem amplas possibilidades para desenvolver tecnologias acessíveis aos pequenos e médios produtores. Essas plataformas foram desenvolvidas na Itália utilizando microcontroladores da Atmel e tem como principal vantagem a sua fácil programação e manuseio (McROBERTS, 2011; PENIDO, 2017). O uso dessa tecnologia pode ser constatado em várias aplicações agrícolas, industriais e residenciais (CUNHA; ROCHA, 2015; REIS et al., 2015; MELO et al., 2016; PENIDO, 2017; BORGES et al., 2018).

Com base na bibliografia consultada, infere-se que as mencionadas plataformas podem auxiliar no controle do fotoperíodo das aves de corte, possibilitando a automação do programa de iluminação nos galpões. A problemática apresentada motivou a realização desta pesquisa, que teve como objetivo desenvolver um sistema automatizado para controlar e monitorar a iluminação artificial de uma instalação para aves de corte, em função da idade e do peso a ser atingido no abate. Pretende-se, ainda, que o sistema garanta um adequado fluxo luminoso durante o período requerido, o que pode contribuir significativamente com a economia de energia elétrica e com o bem-estar das aves.

## **2. Materiais e métodos**

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Automação



Agropecuária da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, onde foram realizados os pré-testes. Em seguida, o sistema foi levado para o campo e instalado num galpão com área de 400 m<sup>2</sup> (40x10 m<sup>2</sup>) do setor de avicultura de corte da Fazenda Experimental na mesma instituição para efetuar os testes finais durante três semanas.

O sistema automatizado de baixo custo foi constituído por um microcontrolador Arduino UNO R3, um sensor de luminosidade TSL2561, um relé de dois canais, um módulo de relógio RTC DS3231 para o controle da data e hora, um módulo de cartão de memória SD para armazenar os dados, dois circuitos de lâmpadas fluorescentes com suporte e fios elétricos de 4 mm de diâmetro.

Para fins de detalhamento quanto ao desenvolvimento do sistema, os principais componentes e acessórios, bem como o correspondente orçamento e custo da mão de obra, apresentam-se no Quadro 1.

A montagem do sistema iniciou-se com a energização do microcontrolador, do sensor de luminosidade TSL2561, dos módulos RTC DS3231 e SD e do relé de dois canais. Com auxílio da placa de circuitos e por meio de fios conectores, os pinos SCL e SDA do sensor foram ligados às entradas analógicas A4 e A5 do microcontrolador para a coleta dos dados de luminosidade do aviário. Os módulos RTC DS3231 e SD foram instalados, levando-se em consideração os pinos analógicos e digitais do microcontrolador para a adequada e segura comunicação entre os componentes.

Os fios de fase para a tensão de 110 V dos dois circuitos de lâmpadas foram conectados à rede elétrica, enquanto que os respectivos fios neutros foram conectados às saídas de cada canal do relé.

Quadro 1 – Orçamento dos principais componentes do sistema e equipamentos

Itens	Descrição	Quantidade	Custo (R\$)
Componentes do sistema	Microcontrolador Arduino UNO R3	1	80,00
	Placa para circuitos	1	40,00
	Módulo RTC DS3231 para data e hora	1	25,00
	Módulo SD para cartão de memória	1	30,00
	Sensor de luminosidade TSL2561	1	45,00
	Relé de dois canais	1	35,00
	Fonte de 5 Volts	1	45,00
	Fios para conexão dos componentes	15	10,00
	Subtotal		
Acessórios	Lâmpadas fluorescentes com suporte	10	420,00
	Fios elétricos com diâmetro de 4 mm	50 m	30,00
	Subtotal		
Mão de obra	Eletricista	1	170,00
	Ajudante de eletricista	1	90,00
	Subtotal		
TOTAL			1.020,00

Fonte: Autores.

O sistema construído teve como referência o Programa de Iluminação para Frangos de Corte proposto por MACARI et al. (2014), descrito no Quadro 2. Conforme esse Quadro, foi necessário distribuir a iluminação em dois circuitos (A e B) com a finalidade de garantir a intensidade luminosa requerida pelas aves, de acordo com a idade e o peso vivo para o abate. Previamente foi calculado o número de lâmpadas dos circuitos,

em função das dimensões do aviário (40x10 m<sup>2</sup>), bem como da potência e do seu fluxo luminoso. Assim, o circuito A foi constituído por seis lâmpadas e o B por quatro lâmpadas com 20 W de potência.

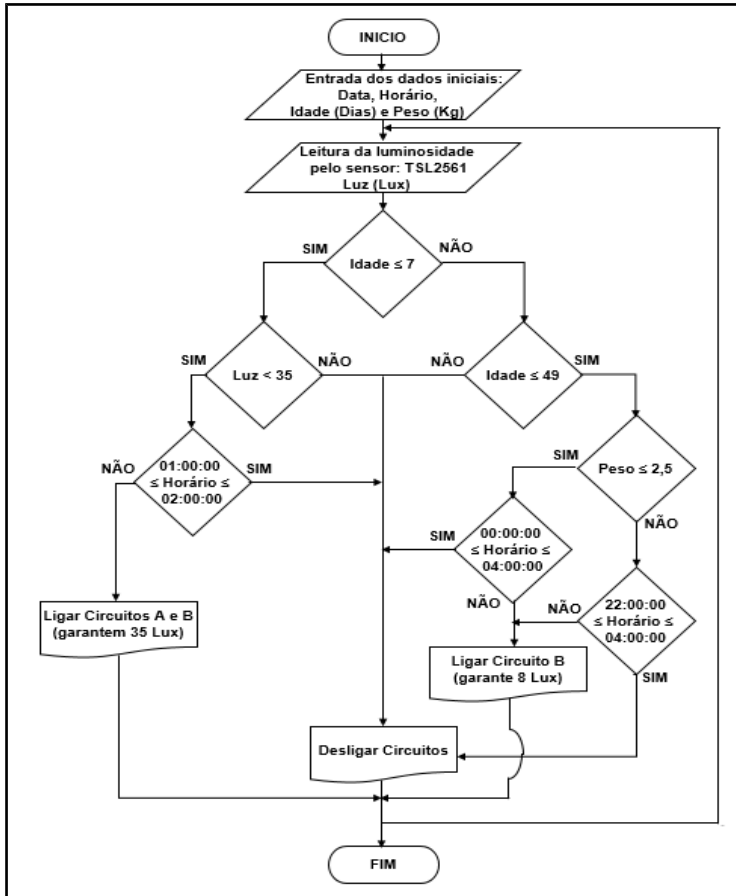
*Quadro 2 – Programa de iluminação para aviários com ambientes controlados*

<b>Peso vivo para abate (Kg)</b>	<b>Idade (dias)</b>	<b>Intensidade luminosa (Lux)</b>	<b>Fotoperíodo (Horas)</b>
Até 2,5	0 a 7	30 a 40	23 horas de luz e 1 escuro
	8 até 3 dias antes do abate	5 a 10	20 horas de luz e 4 de escuro
Acima de 2,5	0 a 7	30 a 40	23 horas de luz e 1 de escuro
	8 até 3 dias antes do abate	5 a 10	18 horas de luz e 6 de escuro

Fonte: Autores adaptado de Macari et al. (2014).

O sistema automatizado foi projetado para garantir os valores de intensidade luminosa e fotoperíodo contidos no Quadro 2. Para esse propósito foi implementado no próprio Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do microcontrolador Arduino um programa computacional na linguagem C, conforme o fluxograma representado na Figura 1. Também, o microcontrolador foi responsável por enviar e armazenar os dados no cartão de memória em arquivo com formato texto. O sistema foi desenvolvido e programado para realizar as leituras a cada 10 segundos, sendo armazenadas de forma rápida e precisa. Com o intuito de reduzir o número de informações no cartão SD, optou-se por enviar para o arquivo de texto, apenas, a média de 60 medições correspondentes ao intervalo de 10 minutos, totalizando 144 registros diários. Essa alternativa teve como finalidade elevar a precisão dos resultados e utilizar valores mais representativos.

Figura 1 – Fluxograma do programa computacional desenvolvido para o microcontrolador



Fonte: Autores.

### 3. Resultados e discussão

Na Figura 2 ilustra-se o conteúdo do arquivo de texto gerado pelo sistema. Verifica-se que os valores das variáveis climatológicas e informações de cada leitura são armazenadas a cada 10 minutos como esperado. Como complemento, o arquivo

contém dados referentes ao estado e tempo de funcionamento dos circuitos. Entretanto, o tempo de espera para realizar a leitura e o número de medições por minuto podem ser alterados a critério do avicultor. Também, o módulo do cartão SD pode ser retirado do conjunto, caso não exista interesse na análise dos dados. Nesse caso, o sistema apenas controlaria o acionamento dos circuitos.

As informações contidas na Figura 2 foram enviadas e armazenadas no cartão de memória do módulo SD. Deve-se salientar que, esse módulo e o módulo do relógio podem ser retirados sem prejudicar o correto e adequado funcionamento do sistema. Com os resultados obtidos foi confirmado que, o sistema automatizado de baixo custo possibilitou um eficiente controle da iluminação artificial, permitindo, ainda, o envio e o armazenamento dos dados em arquivos de texto, de forma rápida e precisa. Assim, constatou-se que o equipamento garantiu a intensidade luminosa, conforme o fotoperíodo previsto, baseado nas recomendações de Macari et al. (2014).

*Figura 2 – Informações geradas pelo sistema automatizado para o monitor serial do Arduino*

Mês inicial: Dezembro com 31 dias  
 Data Inicial: 21/12/2018  
 Horário Inicial: 10:16:36

> Data Final do Primeiro Programa de luz (0 - 7° dia): 28/12/2018  
 > Intensidade luminosa: 30 - 40 Lux => Limite utilizado: 35 Lux  
 > Fotoperíodo: 23 horas de luz e 1 hora escuro

> Data Final do Segundo Programa de luz (8° - 49° dia): 08/02/2019  
 > Intensidade luminosa: 5 - 10 Lux => Limite utilizado: 7 Lux  
 > Fotoperíodo com peso até 2,5 kg: 20 horas de luz e 4 horas escuro  
 > Fotoperíodo com peso acima de 2,5 kg: 18 horas de luz e 6 horas escuro

> Horário Final para o término dos dois Programas de luz: 10:16:36

TABELA COM AS INFORMAÇÕES DO PROGRAMA DE LUZ

Leitura	Data	Hora	Iluminação (Lux)	Programa de Luz	Circuito(s)
1	21/12/2018	10:16:36	37.00	Nenhum	Nenhum
2	21/12/2018	10:16:44	37.00	Nenhum	Nenhum
3	21/12/2018	10:16:52	37.00	Nenhum	Nenhum
4	21/12/2018	10:17:00	37.00	Nenhum	Nenhum
5	21/12/2018	10:17:08	37.00	Nenhum	Nenhum

Fonte: Autores.

#### 4. Considerações finais

Com base nos resultados obtidos neste estudo conclui-se que é possível a automação de processos em pequenas propriedades rurais, especificamente o controle e o monitoramento do programa de iluminação para aves de corte. Na presente pesquisa comprovou-se que o uso de um microcontrolador de baixo custo ligado a um sensor de luminosidade e circuitos de lâmpadas fluorescentes poderá contribuir substancialmente com a produção avícola e o bem-estar das aves. Também, deve-se salientar que o uso do sistema proposto poderá reduzir o consumo de energia na propriedade, pois os circuitos são acionados apenas durante o período necessário e com base em critérios técnicos consolidados.

Outro aspecto relevante a ser mencionado é a flexibilidade e simplicidade do sistema, isto é, os módulos do relógio interno e do cartão de memória SD poderão ser retirados, sem prejuízo do seu funcionamento. Esses módulos foram incluídos para coletar os dados a serem utilizados no aperfeiçoamento do sistema e nas atividades de ensino e pesquisa da instituição. Concomitantemente, consideramos que este trabalho servirá como uma ferramenta útil e viável para os avicultores, pois trata-se de uma tecnologia de baixo custo e que apresentou adequada eficiência, acessível aos pequenos e médios produtores, contribuindo assim com a sustentabilidade de seus empreendimentos.

#### Referências

BORGES, P. H. M.; MENDOZA, Z. M. S. H.; MORAIS, P. H. M.; SANTOS, R. L. Sistema automatizado de baixo custo para produtores rurais: controle e monitoramento do ambiente térmico na suinocultura. **RECoDAF: Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã-SP, v. 4,

n. 2, p. 177-199, jul./dez. 2018. Disponível em:

<http://codaf.tupa.unesp.br:8082/index.php/recodaf/article/view/79/165>. Acesso em: 02 abr. 2019.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Análise**

**mensal**: carne de frango. 2019. Disponível em:

<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-carne-de-aves>. Acesso em: 04 abr. 2019.

CUNHA, K. C. B.; ROCHA, R. V. Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino.

**RECoDAF**: Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã-SP, v. 1, n. 2, p. 62-74, jul./dez. 2015. Disponível em:

<http://codaf.tupa.unesp.br:8082/index.php/recodaf/article/view/13/24>. Acesso em: 02 abr. 2019.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

**Estatísticas**: desempenho da produção. Concórdia-SC: Embrapa Suínos e Aves, 2018. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 12 jan. 2019.

GARCIA, L. A. F. Caracterização socioeconômica dos produtores de frango de corte no Brasil: um estudo comparativo entre regiões brasileiras. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural: Questões Agrárias, Educação no Campo e

Desenvolvimento, 44., 2006, Fortaleza. **Anais [...]**. SOBER: Fortaleza, 2006. Disponível em:  
[http://www.sober.org.br/palestra/anais\\_sober\\_final\\_4\\_16.pdf](http://www.sober.org.br/palestra/anais_sober_final_4_16.pdf).  
Acesso em: 20 fev. 2019.

MACARI, M.; MENDES, A. A.; MENTEN, J. F.; NÄÄS, I. A. **Produção de frango de corte**. Campinas: FACTA. 2014. 565p.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec, 2011, 453p.

MELO, R. T.; SOUSA, J. V. M.; SARAIVA, A. A.; MACEDO FILHO, A. Sistema automático de irrigação de baixo custo. In: Encontro Unificado de Computação (ENUCOMP), 9., 2016, Teresina-PI. **Anais [...]**. Teresina-PI: ENUCOMP, 2016. p. 01-14. Disponível em:  
[https://www.enucomp.com.br/2016/anais/anais\\_enucomp2016.pdf](https://www.enucomp.com.br/2016/anais/anais_enucomp2016.pdf). Acesso em: 04 abr. 2019.

MORAES, D. T.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; GONZALEZ, M. L.; AGUILAR, C.A. L.; LANA, A. M. Q. Efeitos dos programas de luz sobre desempenho, rendimento de carcaça e resposta imunológica em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 201-208, 2008.  
Disponível em:  
<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n1/a28v60n1.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2019.



PENIDO, E. C. C. **Projetos de automação com arduino**: guia detalhado para aplicações industriais, residenciais e agrícolas. Viçosa: UFV, 2017, 168p.

REIS, R. R. S.; SIQUEIRA, V. S.; SOUSA, R. P.; LEITE, R. L. L. Sistema automatizado de irrigação: uma solução de baixo custo para agricultura. In: Jornada de Iniciação Científica e Extensão, 6., 2015, Palmas-TO. **Anais [...]**. Palmas: Instituto Federal do Tocantins, p. 1-6, 2015. Disponível em: <http://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/jice/6jice/paper/viewFile/7114/3368>. Acesso em: 04 abr. 2019.

SANTANA, M. R.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; PAZ, I. C. L. A.; CALDARA, F. R.; BARRETO, B. Light emitting diode (led) use in artificial lighting for broiler chicken production. **Revista Engenharia Agrícola**, Botucatu-SP, v. 34, n. 3, p. 422-427. mai./jun., 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v34n3/05.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2019.

SCHWEAN-LARDNER, K.; CLASSEN, H. L. **Programa de luz para frangos de corte**. Campinas: Aviagen, 2010, 46p.

SCHWEAN-LARDNER, K.; FANCHER, B. I.; CLASSEN, H. L. Impact of daylength on the productivity of two commercial broiler strains. **British Poultry Science**, v. 53, n. 1, p. 07-18, mar., 2012. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00071668.2012.659652?needAccess=true>. Acesso em: 02 abr. 2019.

SILVA, L. S.; GAI, V. F. Produtividade de frangos de corte em sistema lona azul submetidos a diferentes programas de luz. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel-PR, v. 10, n. 2, p. 259 – 268. abr./jun., 2017. Disponível em: [https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/59a5b92c6ba74.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/59a5b92c6ba74.pdf). Acesso em: 26 mar. 2019.

ZALUSKI, P. R. S.; MARQUES, I. C. Vantagens e desvantagens do sistema de integração vertical na avicultura de corte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO (ENEGEP), 35., 2015, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: ABEPRO, p. 1-16. 2015. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_WIC\\_206\\_219\\_27184.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_206_219_27184.pdf). Acesso em: 09 mar. 2019.