

## Proposta de automação de baixo custo para aviários utilizando o microcontrolador *ESP32*

Marco Antonio Franzin Leite<sup>1,3</sup>, Guilherme Henrique Alves da Silva<sup>1,3</sup>, Paulo Roberto Carvalho dos Santos<sup>1,3</sup> e Juliana Saragiotto Silva<sup>2</sup>

1 - Departamento de Área de Eletroeletrônica, Instituto Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, marcofranzin1999@gmail.com, guilhermehenriquee9@gmail.com, paulorobcss@gmail.com

2 - Departamento de Área de Informática, Instituto Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, juliana.silva@cba.ifmt.edu.br

3 - Programa de Educação Tutorial AutoNet, Instituto Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil

**Resumo.** A avicultura é um dos processos produtivos mais rentáveis no país, com isso o investimento em tecnologias é indispensável nesse ramo. No entanto, mesmo com os avanços tecnológicos, na grande maioria das vezes, a aquisição de tecnologias para a automatização de aviários ainda está distante da realidade dos proprietários de granjas, em função da necessidade de um alto custo de investimento. Pensando nisso, o objetivo deste trabalho é apresentar o processo de desenvolvimento de um protótipo de aviário automatizado de baixo custo, utilizando o microcontrolador *ESP32*. Desta forma, para o desenvolvimento deste protótipo foram utilizados como apoio os seguintes *softwares*: (i) interface de desenvolvimento *Arduino IDE*; (ii) aplicativo *Blynk*; (iii) modelagem de circuitos *Fritzing*; e (iv) *Autodesk Inventor*. Ademais, os componentes essenciais de *hardware* foram: (i) sistema de refrigeração - *Cooler*; (ii) sensor de temperatura e umidade - *Dht22*; (iii) Microcontrolador *ESP32*; (iv) conversor de tensão Módulo Relé; e (v) controlador de fluídos Válvula solenóide. A partir do desenvolvimento desse protótipo, foi possível realizar, por meio de um aplicativo, as medições de temperatura e umidade, além do controle do acionamento da iluminação. A finalização do protótipo mostrou-se satisfatória e atendeu algumas necessidades do proprietário de um aviário, como controle de temperatura, umidade e iluminação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automatização, Granja, *IoT*, Protótipo, Sensores.

### 1 Introdução

O sistema de criação de aves consiste em uma das atividades agropecuárias com maior crescimento, nos últimos anos, no Brasil; a junção entre a qualidade do produto e o preço no mercado foi um dos fatores responsáveis pelo aumento do consumo de frangos no país [1]. Com o crescimento exponencial da população [2], houve a necessidade de produzir alimentos que visem atender a essa demanda sem a degradação do ambiente, buscando a sustentabilidade [3]. Com isso, ocorreu a expansão no número de aviários presentes em diversas regiões do Brasil [1].

No entanto, a criação de aves em regiões tropicais e subtropicais é afetada por uma variação de temperatura, durante o ano, que causa estresse calórico nas aves, provocando um desequilíbrio em seus organismos, em função de condições ambientais inadequadas [4]. Alguns exemplos, causados por este desequilíbrio, são: elevada temperatura, alta radiação solar e alta umidade relativa do ar, influenciando um declínio na produtividade e, por conseguinte, um aumento na mortalidade das aves [5].

Em consequência desta mortalidade nos aviários, torna-se necessário que medidas sejam tomadas com vistas a diminuir o prejuízo do proprietário, como a adoção de tecnologias para controlar o ambiente e tarefas manuais, aumentando a eficiência no empreendimento avícola [5]. Uma alternativa que vem sendo implementada com maior intensidade, nos últimos anos, é a utilização da automação, como uma ferramenta auxiliar de apoio aos proprietários de aviários [6]. Estudos têm mostrado a eficiência de um sistema de automação com o uso de microcontroladores, contribuindo para a melhoria da produção e controle do ambiente, evitando, assim, possíveis perdas, além de possuir baixo custo para a implementação e manutenção [7].

Diante deste contexto, este artigo tem por objetivo apresentar o processo de desenvolvimento de um protótipo de aviário automatizado, de baixo custo, utilizando o microcontrolador *ESP32*. Este projeto, que deriva de uma pesquisa em andamento, tem como finalidade tornar este protótipo acessível aos proprietários de aviários que ainda utilizam um sistema de controle manual, com a implementação de um sistema de automação do ambiente interno da granja, visando melhorias nos resultados da produção.

Desta forma, este artigo está estruturado em 6 seções, incluindo esta introdução. Na seção 2 são conceituados os termos essenciais para a compreensão do tema. Na seção 3 consta a caracterização e etapas da pesquisa, juntamente com os materiais utilizados na elaboração do protótipo. Já, a seção 4, demonstra as etapas de criação do protótipo. Na sequência, a seção 5 apresenta os achados da pesquisa – resultados e discussão. Por fim, na última seção são descritas as conclusões do trabalho e as áreas de aplicação futura.

## **2 Revisão Bibliográfica**

Esta seção tem como objetivo descrever, de forma sucinta, os termos fundamentais para compreensão desta pesquisa, como Automação, Microcontrolador, Sensor e Internet das Coisas.

### **2.1 Automação**

Automação é uma palavra de origem grega que significa autômatos, isto é, um conjunto de processos automáticos, por meio dos quais se consegue comandar e controlar atividades do dia-a-dia com a união de técnicas computacionais e mecânicas [8], sem intervenção humana, na realização das tarefas [9].

De acordo com um cenário modelado pelo Instituto *Global McKinsey*<sup>1</sup>, a utilização de tecnologias de Automação poderia aumentar o crescimento da produtividade, anualmente, de 0,8% a 1,4%. Igualmente, foi mencionado que atividades automatizadas teriam erros reduzidos (se comparadas a atividades realizadas manualmente), além de incrementarem a qualidade e a velocidade na execução dos processos [10].

## 2.2 Microcontrolador

O microcontrolador é um pequeno computador em um único circuito integrado, composto por *software* e *hardware*.

Neste circuito integrado, estão inseridos a memória, o processador e as entradas e saídas [11]. Estas entradas e saídas podem ser programadas de acordo com a necessidade de cada desenvolvedor, utilizando-se de várias linguagens de programação, como *C* e *Python*. Alguns microcontroladores comumente utilizados são o *Arduino*<sup>2</sup>, *ESP32*<sup>3</sup> e *PIC16F877A*<sup>4</sup>.

## 2.3 Sensor

O sensor é um dispositivo que responde a estímulos luminosos, térmicos e cinéticos, por meio do qual é gerado um sinal, cuja função é representar uma grandeza física. Esses dados, na maioria das vezes, precisam ser manipulados, para que assim possam ser passados ao microcontrolador. Em geral, são utilizados para medições e monitoramentos de variáveis do ambiente, sendo elas: temperatura, luminosidade, pressão, velocidade, entre outras [12].

## 2.4 Internet das Coisas

O termo Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) é um conceito relacionado à tecnologia de Redes de Sensores Sem Fio (*Wireless Sensor Network – WSN*), pois atua no cotidiano das pessoas, por meio da comunicação entre aparelhos inteligentes, que enviam dados, em tempo real, para dispositivos ou páginas *web* [13].

---

<sup>1</sup> Detalhes adicionais sobre o Instituto *Global McKinsey* estão disponíveis em: <https://www.mckinsey.com>.

<sup>2</sup> Acesso aos detalhes adicionais sobre a placa microcontrolada do *Arduino* estão disponíveis no site do fabricante: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>.

<sup>3</sup> Informações adicionais sobre a placa microcontrolada do *ESP32*, estão disponíveis no *Datasheet*: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf).

<sup>4</sup> Maiores detalhes sobre a placa microcontrolada do *PIC16F877A* podem ser consultados em: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F877A>.

Este processo de captação dos dados, em geral, acontece por meio do uso de sensores, que interagem com o ambiente em que estão inseridos. Assim, para que os equipamentos possam se comunicar e as informações fiquem disponíveis tem-se a necessidade da utilização dos microcontroladores, com a capacidade de conexão com a internet.

Uma vez que alguns conceitos basilares do trabalho foram apresentados, a seção seguinte se dedica à apresentação dos materiais e métodos utilizados no desenvolvimento do protótipo.

### 3 Material e Métodos

O presente trabalho compreende a elaboração de um protótipo, que visa à experimentação da automatização de um aviário, a partir da utilização de equipamentos no controle e monitoramento de variáveis relevantes ao processo de criação de aves. O desenvolvimento deste trabalho compreendeu as seguintes etapas: (i) Revisão da literatura; (ii) Identificação dos requisitos do protótipo; (iii) Desenvolvimento do protótipo, utilizando recursos de *hardware* e *software*; (iv) Teste e análise dos resultados.

Na etapa (i) houve a busca por artigos da área, com o objetivo de apresentar conceitos básicos para facilitar o estudo do tema. Na sequência, a etapa (ii) consistiu no mapeamento dos requisitos necessários para o desenvolvimento do protótipo, bem como a análise do custo para a implementação de um aviário automatizado, utilizando o microcontrolador *ESP32*.

Após a identificação dos requisitos necessários ao projeto, a etapa (iii) compreendeu a tarefa de criação de um protótipo, para a automação de baixo custo de um aviário, utilizando um microcontrolador e sensores, por meio dos quais o proprietário terá o controle das seguintes variáveis: iluminação, umidade e temperatura. Esse monitoramento e controle podem ser feitos a partir de uma interface via internet. Para tanto, foi necessário a programação e simulação do protótipo, utilizando os *softwares*, dispostos no Quadro 1, e os componentes de *hardware* usados para a montagem do protótipo (Quadro 2). Por fim, a última etapa desta pesquisa (iv), consistiu na realização dos testes e análise dos resultados, por meio dos quais foi possível relatar os principais benefícios da implementação do protótipo.

| Quadro 1. Softwares usados |   |   | Quadro 2. Componentes de Hardware usados |   |  |
|----------------------------|---|---|--|---|--|
| Software                   | Descrição   | Figura  | Hardware                                 | Descrição   | Figura   |
| <i>Arduino IDE</i>         | Ambiente de desenvolvimento utilizado para a implementação da programação; versão utilizada – 1.8.9.                              |    | <i>Cooler</i>                            | Equipamento utilizado para a refrigeração do aviário.                   |   |
| <i>Blynk</i>               | Utilizado para o desenvolvimento da interface de comunicação com o microcontrolador. Versão 2.27.17                               |    | <i>Dht22</i>                             | Sensor utilizado para aferição da temperatura e umidade.                |   |
| <i>Fritzing</i>            | Permite realizar a simulação de conexões elétricas deixando evidentes as ligações realizadas. A versão utilizada foi a 0.9.3b.64. |   | <i>Esp32</i>                             | Microcontrolador utilizado para a leitura e o acionamento dos sensores. |   |
| <i>Inventor</i>            | Possibilita a criação do molde do protótipo, sendo utilizada a versão <i>AutoDesk Inventor</i> 2019.                              |  | Módulo Relé                              | Módulo utilizado para a conversão de 5v para 127v.                      |  |
|                            | Fonte: elaborada pelos autores  |   |  | Fonte: elaborada pelos autores  |  |

Após a apresentação das etapas e dos recursos materiais utilizados nesta pesquisa, a próxima seção se dedica a descrever o estudo de caso realizado – desenvolvimento do protótipo.

## 4 Protótipo de um aviário de baixo custo

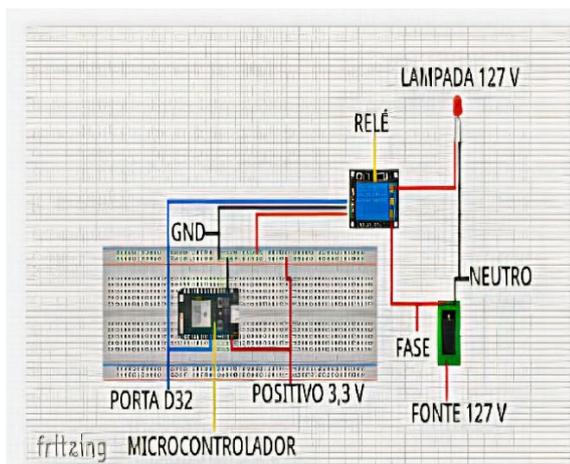
Para a criação do protótipo, foram necessárias 4 etapas, descritas, em detalhes, a seguir.

### 4.1 Etapa 1: Simulação dos Circuitos

Esta etapa compreendeu a simulação dos circuitos do protótipo, por meio do programa *Fritzing*. Nesta simulação foi possível realizar os testes dos circuitos de iluminação, umidificação e refrigeração do protótipo.

O comando de acionamento da iluminação, via microcontrolador, teve a finalidade de gerar facilidade ao produtor, diminuindo o tempo gasto na locomoção, até o aviário, para ligar ou desligar a lâmpada (a simulação deste circuito está demonstrada na Figura 1).

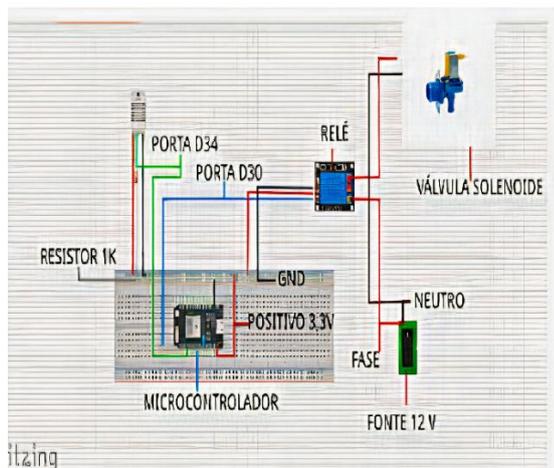
**Figura 1.** Montagem Virtual do Circuito de Iluminação



Fonte: elaborada pelos autores

Já o sistema de umidificação, era responsável pela qualidade do ar do local, evitando que as aves ficassem expostas a diversos vírus e doenças. Por esse motivo, foi realizada a simulação de um sistema automatizado (Figura 2) para umidificar o local e ser controlado pelo proprietário do aviário.

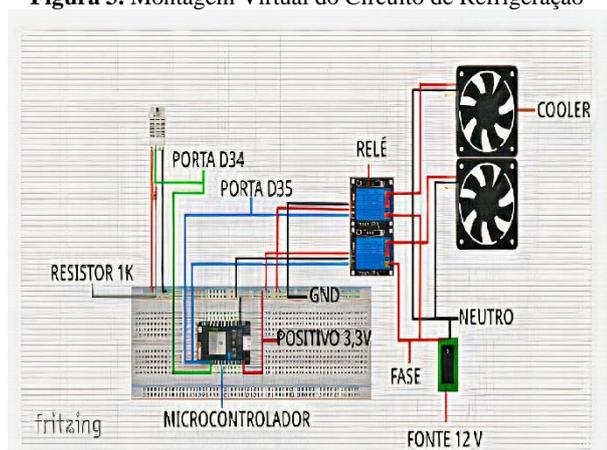
**Figura 2.** Montagem Virtual do Circuito de Umidificação



Fonte: elaborada pelos autores

Por fim, o processo de monitorar e controlar a temperatura empenhou-se em adequar o clima, de acordo com a necessidade das aves. Assim, os *coolers* (Figura 3), responsáveis pelo processo de refrigeração do local, eram acionados quando atingiam a temperatura definida pelo proprietário do aviário. As medições da temperatura e da umidade foram realizadas pelo componente de *hardware Dht22*.

**Figura 3.** Montagem Virtual do Circuito de Refrigeração



Fonte: elaborada pelos autores

#### 4.2 Etapa 2: Programação

Esta etapa consistiu na programação do aplicativo, executada no protótipo, para que fosse possível realizar o controle das seguintes variáveis: temperatura, iluminação e umidificação. O aplicativo foi criado por meio do *software Arduino IDE*.

Do mesmo modo, o sistema de umidificação era inicializado, automaticamente, sempre que a umidade atingia os parâmetros configurados pelo proprietário e, com isso, acionava a válvula solenóide, para que a água fosse aspergida no ambiente. Assim, tanto a visualização da temperatura quanto da umidificação do aviário, era realizada por meio de um *display Lcd* virtual, que possibilitava a visualização do valor apresentado pelo componente de *hardware Dht22*.

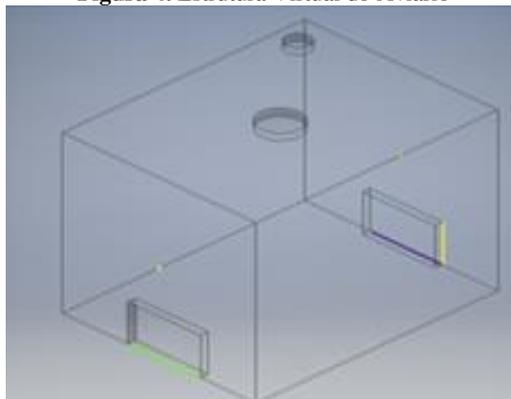
Por fim, o acionamento do sistema de refrigeração do local era estabelecido por um valor determinado pelo proprietário do aviário; portanto, a ativação dos *coolers* só seria feita caso o valor da temperatura fosse maior que o número estabelecido.

É importante mencionar, também, que a versão final do aplicativo, em conjunto com todo o código fonte desenvolvido para a criação do protótipo, estão disponíveis na seguinte *url*: <https://drive.google.com/drive/folders/1nZPPOATN98R1GMj8eMmwK-olTrebbuEY?usp=sharing>.

### 4.3 Etapa 3: Estrutura Virtual do Aviário

Esta terceira etapa compreendeu a atividade de simulação do molde da estrutura do aviário, a partir do programa *Inventor*, que possibilitou a criação do protótipo em um ambiente virtual, como demonstrado na Figura 4.

Figura 4. Estrutura Virtual do Aviário



Fonte: elaborada pelos autores

### 4.4 Etapa 4: Conexão do Microcontrolador com o dispositivo

A última etapa correspondeu à conexão entre o microcontrolador e a rede *wi-fi*, cujo objetivo foi deixar o *smartphone* e o microcontrolador *ESP32* conectados na mesma rede (Figura 5).

Figura 5. Configuração do *wi-fi*

```
// conexão do microcontrolador com a rede
//ssid = nome da rede
//pass = senha
char ssid[] = "Rede - Aviário";
char pass[] = "369247158";
```

Fonte: elaborada pelos autores

A segurança do sistema foi realizada pelo aplicativo *Blynk*, por meio do qual foi gerado um código de autenticação, possibilitando a identificação do dispositivo (Figura 6).

**Figura 6.** Código de Autenticação do aplicativo instalado no *smartphone*

```
// código de autenticação

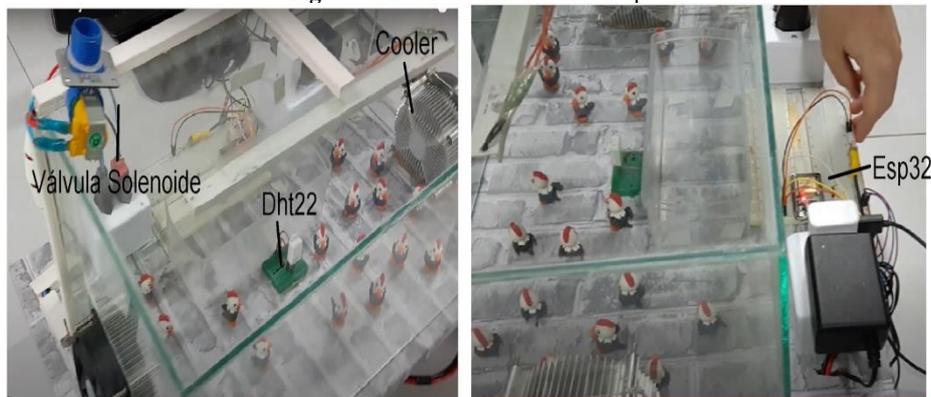
char auth[] = "7ab40c93e1164946859642983ec2c8c0";
```

Fonte: elaborada pelos autores

Uma vez que as etapas para a criação do protótipo foram apresentadas, a seção seguinte tem por finalidade apresentar o funcionamento e a validação do equipamento desenvolvido.

## 5 Resultados e Discussão

Como descrito anteriormente, para a montagem do protótipo final do aviário (Figura 7) foram utilizados os componentes de *hardware* dispostos no Quadro 2. Adicionalmente, os circuitos (Figuras 1, 2 e 3) foram implementados no ambiente desenvolvido para simular o aviário (Figura 4). É importante registrar que, o sistema automatizado foi desenvolvido de forma que os valores aceitáveis das variáveis umidade e temperatura possam ser configuradas, pois, os índices destas variáveis podem sofrer alteração, de acordo com o material do ambiente.

**Figura 7.** Estrutura Final do Protótipo

Fonte: elaborada pelos autores

Neste experimento, os dados coletados pelos sensores eram passados para o micro-controlador por meio das portas analógicas. Na sequência, estes dados eram enviados para o aplicativo, que os armazenava no banco de dados, por um período de três meses.

Já a visualização dos dados, por parte do proprietário, ocorreu por meio da aplicação criada no *Blynk*. A interface do *Blynk* é de fácil utilização, devido à interação por meio de botões (para ligar e desligar os recursos) e de gráficos, para uma melhor visualização (Figura 8).

Para que os dados fossem recebidos pelo aplicativo, o *smartphone* e o *ESP32* estavam conectados na mesma rede *wi-fi*. Vale ressaltar que, os dados eram atualizados a cada 10 segundos, mantendo a autenticidade das informações coletadas pelos sensores.

**Figura 8.** Aplicativo para o controle das variáveis ambientais



Fonte: elaborada pelos autores

Na literatura disponível, existem trabalhos semelhantes a este, com o desenvolvimento da automatização de aviários utilizando microcontroladores. No entanto, a diferença entre eles consiste no modelo de microcontrolador. Em [14] elaborou-se um protótipo com o *Arduino*. Em [15], a título de exemplo, empregou-se o microcontrolador *PIC18F4520*, na criação do protótipo. Todos esses microcontroladores não possuem conexão com a internet, necessitando de módulos externos (*wi-fi* e *Bluetooth*) para realizar tal função.

Contudo, o protótipo aqui desenvolvido tem como diferencial a utilização de um microcontrolador recente no mercado (o *ESP32*), que é de baixo custo e, além disso, possui diversos mecanismos de conexão (*wi-fi* e *Bluetooth*), facilitando a interação com os proprietários.

## 6 Conclusão

Diante do que se apresentou no decorrer deste trabalho, a implementação do protótipo de baixo custo, utilizando microcontrolador e sensores, mostrou-se satisfatória, possibilitando o controle das variáveis iluminação, umidificação e temperatura. Desta forma, constata-se a possibilidade de implementação desta proposta para o controle e o monitoramento de um aviário.

Devido à existência de diversos microcontroladores no mercado, houve a necessidade de um levantamento prévio sobre qual componente se adequaria melhor ao

projeto. Nesta pesquisa, foram avaliados os seguintes modelos: *Arduino*, *Esp8266*, *Esp01* e *ESP32*. Conclui-se que o tipo mais adequado ao problema foi o *ESP32*, por possuir um número maior de portas e melhor capacidade de processamento de dados.

Uma das dificuldades encontradas na implementação do protótipo, foi a obtenção da biblioteca do *Dht22* no *Arduino IDE*. Além disso, como o microcontrolador não era da marca *Arduino*, exigiu-se bibliotecas específicas, do *ESP32*, para a programação.

Ademais, como perspectiva de trabalhos futuros, propõe-se a implementação em um ambiente real de criação de aves, incluindo o controle de novas variáveis ao protótipo, como por exemplo: alimentação das aves, controle da velocidade dos coolers e medição da potência total gasta. Para tanto, faz-se necessário incluir um servidor próprio para o armazenamento de dados (apesar do *ESP32* possuir uma memória interna), pois a intenção é registrar o monitoramento das variáveis, ao longo dos anos, para que seja possível obter um histórico das médias de temperatura e umidade do aviário.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFMT pela oferta do curso de Engenharia de Controle e Automação – ambiente em que este projeto foi desenvolvido; ao PET Autonet, pelo espaço cedido para a realização dos testes necessários para o desenvolvimento do protótipo; aos familiares, pelo apoio irrestrito.

## Referências

1. Tiggemann, F.: Sistema de controle e monitoramento de ambiência para aviários do tipo pressão negativa. 129 p. (Trabalho de Conclusão de Curso), Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário, UNIVATES, Lajeado (2015).
2. Abramovay, R: Alimentos versus População: está ressurgindo o fantasma malthusiano. Revista Ciência e Cultura, v.62, n.4, out. (2010).
3. Sousa, M. M., Drumond, L. C. D., Naldi, M. C: Sistema computacional para aquisição automática e disponibilização de dados meteorológicos. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.35, n.3, p.606-612, maio/jun. (2015).
4. Abreu, P.G., Abreu, V. M. N., Mazzuco, H: Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 50p (1999). (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 59).
5. Pegado, F: Sistema embarcado para controle e supervisão de ambiência em aviário utilizando web service. 45 p. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN (2017).
6. Hesperhol, A. N., Belusso, D: A evolução da Avicultura Industrial Brasileira e seus efeitos territoriais. Revista Percurso - NEMO, Maringá, v.02, n.1, p.25-51 (2010).
7. Santos, T. O., Castanha, E. T., Monteiro, J. J., Benfatto, A. C., Cittadin, A: Reflexes of the automation technology in the economic results of integrated aviaries to a poultry company. Revista Custo e @gronegócios on line, v.14, n.02, p.53-72, abril/jun. (2018).
8. Takiuchi, M., Melo, É., Tonidandel, F. Domótica inteligente: automação baseada em comportamento. São Paulo: São Bernardo do Campo, p.1-6 (2004).
9. Automação. Dicionário Priberam, 2008-2020. Disponível em: <http://www.priberam.pt/dlpo/automação>. Acesso em: 28 maio. 2020.

10. Manyika, J. et al: A future that works: AI, automation, employment, and productivity. McKinsey Global Institute Research, Tech. Rep, v.60, p. 11-25 (2017).
11. Oliveira Júnior, M., Duarte, R. O: Introdução ao Projeto com Microcontroladores e Programação de Periféricos. Universidade de Minas Gerais (2010). (Apostila de Introdução ao Projeto com Microcontroladores e Programação de Periféricos).
12. Thomazini, D.; Albuquerque, P. U. B. Introdução. In: Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações. 4. ed. rev. São Paulo: Érica, 2011.
13. Oliveira, T., Tramontin, E., Monteiro, J., Correa, A: Reflexos da tecnologia de automação nos resultados econômicos de aviários integrados a uma empresa do ramo avícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 24, Santa Catarina. Anais... p. 1-15. Florianópolis: UNESC. (2017).
14. Nascimento, A., Almeida, J., Nunes, J: Protótipo automatizado de aviário para criação de galinha de postura. In: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE (ERBASE), 19, Ilhéus. Anais ... p. 125-130. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação (2019).
15. Alecrim, P. D., Campos, A.T., Yanagi Júnior, T.: Sistema automatizado embarcado em microcontrolador para controle e supervisão do ambiente térmico para aviários, Científica, Jaboticabal, v.41, n.1, p. 33-45 (2013).