

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

Marco Antonio Franzin Leite^{1,3}, Guilherme Henrique Alves da Silva^{1,3}, Paulo Roberto Carvalho dos Santos^{1,3} e Juliana Saragiotto Silva²

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*¹, 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*², *ESP32*³ e *PIC16F877A*⁴.

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].

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

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

³ Informações adicionais sobre a placa microcontrolada do *ESP32*, estão disponíveis no *Datasheet*: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf.

⁴ 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 ⁵uso 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.	
			Válvula Solenóide	Dispositivo responsável pelo controle de umidificação do aviário.	
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

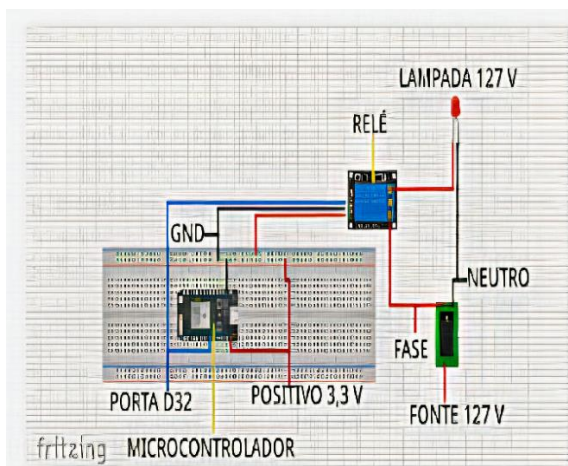
Para a criação do protótipo, foram necessárias 4 etapas, descritas, em detalhes, a seguir.

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).

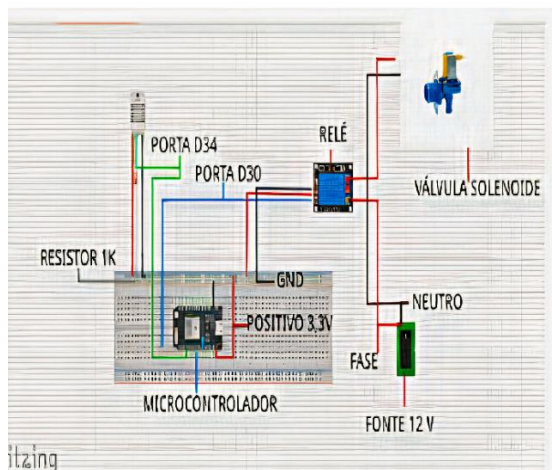
Figura 1. Montagem Virtual do Circuito de Iluminação



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.

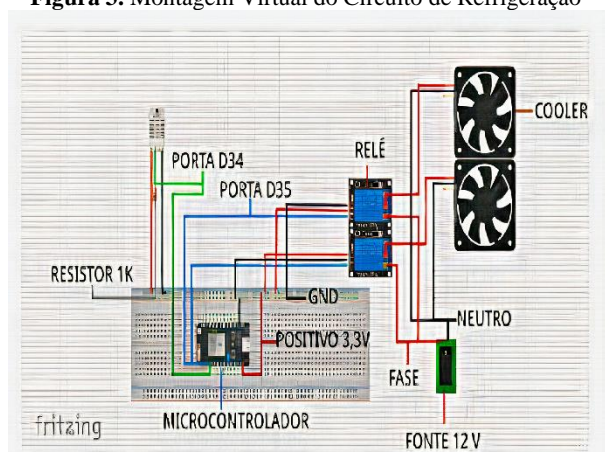
Figura 2. Montagem Virtual do Circuito de Umidificação



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*.

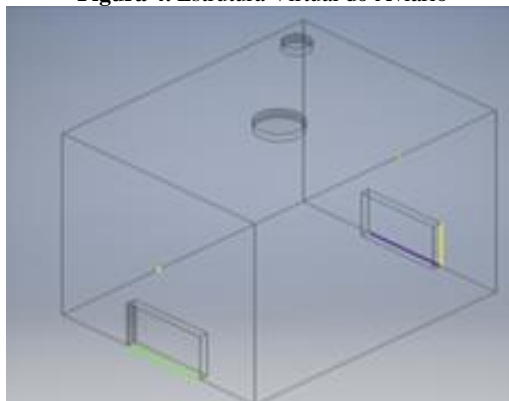
Por fim, o acionamento do sistema de refrigeração do local era estabelecido por um valor determinado pelo proprietário do aviário; portanto, a ativação dos *coolers* só seria feita caso o valor da temperatura fosse maior que o número estabelecido.

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

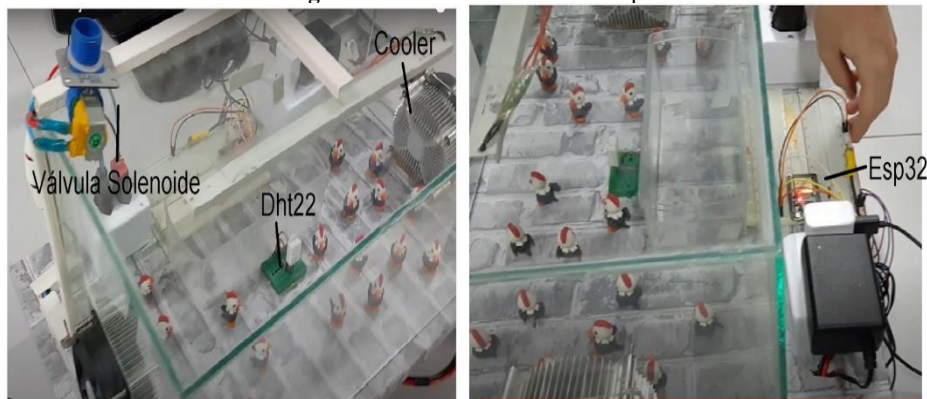
char auth[] = "7ab40c93e1164946859642983ec2c8c0";
```

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. Hespanhol, 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).