



INSTITUTO FEDERAL  
DA PARAÍBA

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE  
TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL



MARCOS ANTONIO DE CASTRO AMORIM

**CHOCADORA AUTOMATIZADA MICROCONTROLADA DE BAIXO CUSTO**

Cajazeiras-PB, 2021

MARCOS ANTONIO DE CASTRO AMORIM

**CHOCADDEIRA AUTOMATIZADA MICROCONTROLADA DE BAIXO CUSTO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Graduado em Automação Industrial, sob Orientação do Prof. Caio Marco Dos Santos Junqueira.

**IFPB**  
**Campus Cajazeiras**  
**Coordenação de Biblioteca**  
**Biblioteca Prof. Ribamar da Silva**  
**Catálogo na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593**

A524c

Amorim, Marcos Antonio de Castro

Chocadeira automatizada microcontrolada de baixo custo / Marcos Antonio de Castro Amorim; orientador Caio Marco Dos Santos Junqueira.- 2020.

53 f.: il.

Orientador: Caio Marco Dos Santos Junqueira.

TCC (Tecnólogo em Tecnologia em Automação Industrial) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020.

1. Tecnologia em Automação Industrial 2. Arduino 3. Chocadeiras 4. Microcontroladores I. Título

681.5 (0.067)

MARCOS ANTONIO DE CASTRO AMORIM

**CHOCADDEIRA AUTOMATIZADA MICROCONTROLADA DE BAIXO CUSTO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Graduado em Automação Industrial.

Aprovado em 05 de fevereiro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

Caio Marco dos Santos Junqueira

Caio Marco dos Santos Junqueira – Professor, IFPB-Campus Cajazeiras  
Orientador

Suelio Fernandes Carolino

Suelio Fernandes Carolino - Professor, IFPB-Campus Cajazeiras  
Examinador 1

Raphaell Maciel de Sousa

Raphaell Maciel de Sousa, Professor, IFPB-Campus Cajazeiras  
Examinador 2

Marco Damasceno de Sousa

Marco Damasceno de Sousa, Professor, IFPB-Campus Cajazeiras  
Examinador 3

Dedico este trabalho aos meus pais, Antonio e Edileusa em especial, pois nunca mediram esforços para me sustentar e motivar durante a graduação e em todos os momentos da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado capacidade e saúde para perseverar nesse curso, além da oportunidade de cursá-lo em uma das melhores instituições do Nordeste.

Agradeço à minha noiva, Ester, que se tornou a melhor base e a grande incentivadora dos meus sonhos.

Agradeço ao meu tio Elton e sua esposa Eliete por sempre me incentivarem e estarem tão presentes me levantando e cuidando no período da graduação.

Agradeço aos meus irmãos Ronie e Thaise por sempre me alegrarem nos momentos de desânimo.

Agradeço também ao meu orientador professor Caio Junqueira, por ao meu lado, aceitar o desafio de um trabalho de conclusão de curso e sempre está solícito para meu maior entendimento sobre o assunto.

*“Porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas.  
Glória, pois, a Ele eternamente. ”  
(Apóstolo Paulo)*

## RESUMO

O presente trabalho apresenta a continuação de um projeto realizado inicialmente nas disciplinas de microcontroladores e eletrônica analógica, e consiste no protótipo de uma chocadeira automatizada de baixo custo. Essas chocadeiras possuem um custo no mercado que, na maioria das vezes, não é acessível aos produtores de baixa renda. A partir disso, o projeto tem como objetivo desenvolver, confeccionar e executar uma chocadeira com materiais de baixo custo e que apresentem resultados iguais ou aproximados aos das chocadeiras automatizadas convencionais, possibilitando assim uma maior facilidade aos produtores na aquisição de tal equipamento. O protótipo foi desenvolvido utilizando materiais acessíveis e de baixo custo, tendo um valor total no custo de construção de R\$156,48 (cento e cinquenta e seis reais e quarenta e oito centavos), atendendo um dos requisitos ao ser comparado a chocadeiras semelhantes no mercado. Como segundo requisito, o protótipo mostrou uma eficiência de 88% nos resultados, sendo comprovada uma funcionalidade aceitável dentro dos padrões de mercado.

**Palavras-Chave:** Automação Industrial. Arduino. Chocadeira. Microcontroladores.



## ABSTRACT

This work presents the continuation of a project initially carried out in the microcontroller and analog electronics disciplines, and consists of the prototype of a low cost automated incubator. These incubators have a cost in the market that, in most cases, is not accessible to low income producers. From this, the project aims to develop, manufacture and execute a incubator with materials of low cost and that present results equal or approximate to those of conventional automated incubators, thus making it easier for producers to purchase such equipment. The prototype was developed using accessible and low cost materials, with a total construction cost of R\$156.48 (one hundred and fifty six reais and forty eight cents), meeting one of the requirements when compared to similar incubators on the market. As a second requirement, the prototype showed an efficiency of 88% in the results, being proved an acceptable functionality within the market standards.

**Keywords:** Industrial automation. Arduino. Brooder. Microcontrollers.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classes da automação industrial .....	14
Figura 2 - Evolução do embrião .....	17
Figura 3 - Sensor de temperatura (LM35).....	19
Figura 4 - Sensor de umidade (DHT11).....	19
Figura 5 - Vista frontal externa do protótipo.....	23
Figura 6 - Vista frontal interna no protótipo .....	24
Figura 7 - Vista superior interna do protótipo .....	24
Figura 8 - Circuito Arduino do Controle de Temperatura .....	25
Figura 9 - Esquema elétrico do Controle de Temperatura .....	26
Figura 10 - Circuito Arduino do Sensor de Umidade .....	27
Figura 11 – Esquema elétrico do Sensor de Umidade .....	27
Figura 12 - Circuito Arduino do Cooler 12V .....	28
Figura 13 - Componentes para o ovoscópio .....	29
Figura 14 - Ovoscópio e esquema elétrico .....	29
Figura 15 - Implementação da lâmpada .....	30
Figura 16 - Ovoscopia do 5º dia .....	30
Figura 17 - Ovoscopia do 9º dia .....	31
Figura 18 - Circuito Arduino do display LCD .....	31
Figura 19 - Esquema elétrico de todo o controle .....	32
Figura 20 - Exibição no display .....	32
Figura 21 - Circuito Arduino do Servomotor .....	33
Figura 22 - Esquema elétrico do Servomotor .....	33
Figura 23 - Integração dos componentes .....	34
Figura 24 - Circuito completo dos componentes .....	34
Figura 25 - Caixa pós nascimento (primeiros nascidos) .....	49
Figura 26 - Últimos nascidos (22º dia) .....	49
Figura 27 - Último a eclodir e nascer (22º dia) .....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo do protótipo .....	35
Tabela 2 - Preços das chocadeiras que serão comparadas .....	36
Tabela 3 – Dados do protótipo .....	38
Tabela 4 - Temperatura durante o processo .....	39
Tabela 5 - Umidades do ciclo completo.....	42

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativos de preços das chocadeiras .....	37
Gráfico 2 - Capacidade das chocadeiras .....	37
Gráfico 3 - Nascidos vivos x perdas .....	38
Gráfico 4 - Temperaturas 1º ao 18º dia .....	40
Gráfico 5 - Temperaturas 19º ao 21º dia .....	40
Gráfico 6 - Temperatura média do ciclo completo .....	41
Gráfico 7 – Umidade do 1º ao 19º dia.....	42
Gráfico 8 – Umidades dos últimos dias .....	43
Gráfico 9 - Umidade média do ciclo completo.....	43

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

SoC - *System on a Chip*

IDE - *Integrated Development Environment*

PWM - *Pulse Width Modulation*



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	14
2.2 CHOCADORA AUTOMATIZADA .....	16
2.3 SENSORES .....	18
2.3.1 Sensor de temperatura .....	18
2.3.2 Sensor de umidade .....	19
2.4 SERVOMOTOR .....	20
2.5 ARDUINO.....	20
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>23</b>
3.1 – ESTRUTURA DO PROTÓTIPO .....	23
3.2 - CONTROLE DE TEMPERATURA .....	24
3.3 - SENSOR DE UMIDADE .....	26
3.4 – COOLER .....	27
3.5 - DESENVOLVIMENTO DO OVOSCÓPIO.....	28
3.6 – <i>DISPLAY</i> LCD .....	31
3.7 – SERVO-MOTOR.....	32
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISES.....</b>	<b>35</b>
4.1 – BAIXO CUSTO DO PROTÓTIPO .....	35
4.2 – EFICIÊNCIA DO PROTÓTIPO.....	38
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE A – IMAGENS DAS AVES .....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A prática da criação de aves por pessoas que se dedicam ao cultivo do próprio alimento ou à venda desses animais em pequena escala é bastante comum nas zonas rurais brasileiras, especialmente na região Nordeste. Esse processo de criação, venda de ovos, abate de aves para venda ou consumo próprio, requer cuidados específicos como, por exemplo, no processo completo de desenvolvimento do embrião até chegar ao ponto de abate. O produtor precisa ter a preocupação de regular a temperatura, o ambiente e a movimentação dos ovos para o obter sucesso no desenvolvimento do embrião.

O fato desse processo ser realizado de forma manual, acarreta na perda de muitos ovos, no prolongamento do tempo de produção e até no desgaste do produtor (NETO et al, 2015). Para evitar tais problemas, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma chocadeira automatizada simples e de baixo custo, a fim de beneficiar o produtor de pequeno porte. Uma chocadeira automatizada é um produto já presente no mercado, porém, é muitas vezes inviável para o pequeno produtor, por conta do custo elevado.

O projeto propõe tornar o processo de chocar ovos o mais automático possível, para que o produtor passe a obter aves vivas e saudáveis, sem a necessidade de se preocupar com o processo. Como requisito não funcional, o problema deverá ser solucionado utilizando materiais de fácil acesso, com o objetivo de tornar o custo da solução mais acessível para o produtor. Outra característica diferencial da chocadeira proposta é a capacidade de programação. Como diferentes espécies de aves têm diferentes parâmetros de temperatura e umidade para incubação, este projeto está apto a uma reprogramação que pode adaptá-la facilmente às novas condições de trabalho. Ao fim do processo, será realizada uma comparação dos valores e eficácia entre o protótipo e 10 chocadeiras presentes no mercado. O objetivo é que o protótipo se iguale ou se aproxime aos índices das outras chocadeiras.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

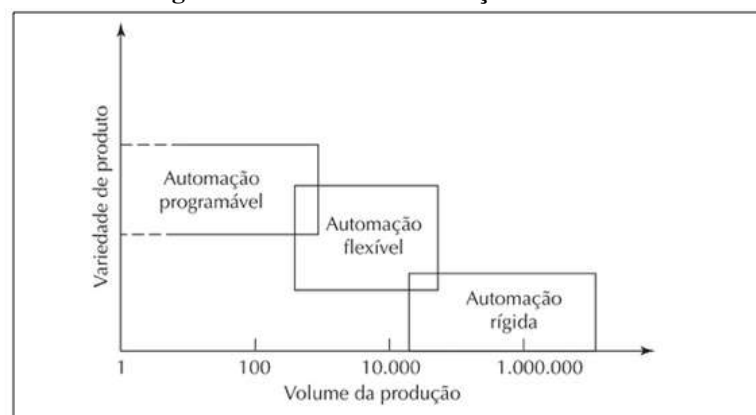
### 2.1 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

O conceito de automação advém de longos períodos da história da humanidade. Desde a pré-história, o homem busca desenvolver maneiras e mecanismos com o intuito de reduzir ou até cessar o esforço físico e auxiliar na execução de determinadas atividades. A exemplo, podem-se citar a roda (em torno de 1500 a.C.) para movimentação de cargas e os moinhos (século V) movidos por vento ou força animal. A automação industrial começou a conquistar destaque na sociedade no século XVIII, com o início da Revolução Industrial, originada na Inglaterra. Devido a uma evolução no modo de produção, o homem passou a produzir mercadorias em maior escala. Com o objetivo de aumentar a produtividade, diversas inovações tecnológicas foram desenvolvidas no período.

No Brasil, a automação começou a ter maior visibilidade ao longo da década de 80, quando surgiu um segmento produtor de equipamentos de base de microeletrônica. A evolução desse segmento industrial se deu com vistas à proteção e desenvolvimento da indústria nacional e incremento da pesquisa científica interna de informática, a qual vigorou no país entre as décadas de 80 e 90. Com base nessa situação institucional, deu-se origem a várias empresas de automação industrial, as quais apresentaram, em seu conjunto, crescimento significativo ao longo da década passada.

A automação Industrial pode ser classificada em três classes, são elas:

**Figura 1 - Classes da automação industrial**



Fonte: CTISM

1. **Automação rígida** – caracterizada por se basear em uma linha de produção desenvolvida para a confecção de um produto específico. Tem como características o alto índice de produção e a imutabilidade do equipamento na dinâmica da variedade de produção.
2. **Automação programável** – Diferente da anterior, essa classe se caracteriza pelo fato de o equipamento de produção ser desenvolvido de forma que seja capaz de alterar a sequência de operações de forma a dinamizar e acomodar diferentes configurações de produtos, sendo controlado por um programa que é compreendido pelo sistema. Programas variados podem ser utilizados para fabricar novos produtos. Esse tipo de automação é utilizado quando a quantidade a ser produzida de produtos, é mínima.
3. **Automação flexível** – agrupa em sua definição alguns conceitos da automação rígida e outros da automação programável. O equipamento deve ser programado para produzir uma variedade de produtos com algumas características ou configurações diferentes, mas a variedade dessas características é normalmente mais limitada que aquela permitida pela automação programável.

A automação industrial traz diversos benefícios para os sistemas, produção e linhas de fabricação. Dentre eles, destaca-se a eficiência na linha de produção, pois, com processos automatizados, o tempo de produção acelera e os equipamentos podem funcionar 24 horas por dia. Além disso, esses equipamentos estão sujeitos a menos falhas do que a mão de obra humana.

Como a produção pode ser facilmente programável, é possível executar o método de produção *just-in-time*, ou seja, produzir somente o que se tem por demanda, tornando o processo mais flexível. Além disso, a automação é importante para a segurança aos operadores, visto que sistemas automatizados devem também auxiliar nessa área. Um operador humano está exposto ao risco de, acidentalmente, cometer algum erro que pode acarretar em um problema grave para sua integridade física. As normas regulamentadoras obrigam as empresas a seguirem práticas de segurança e diversas soluções foram desenvolvidas para automatizar os processos de risco.

A qualidade dos produtos é verificada por meio de etapas de testes de funcionalidade e verificação, as quais também podem ser automatizadas. Dessa forma, existe um maior controle sobre a qualidade e a garantia de que o produto final vai cumprir com as expectativas do

consumidor. Com um controle maior sobre todo o processo, é possível que decisões sejam tomadas de forma mais assertivas, promovendo a ideia de melhoria contínua na produção.

Nas chocadeiras automatizadas, por exemplo, a automação tem suma importância no processo de incubação artificial, pois, executa de forma autônoma, os processos que seriam realizados pelo produtor, mesmo em uma chocadeira convencional. Dentro do ovo, o processo de desenvolvimento do embrião se dá por duas etapas: o antes e depois da postura.

O antes da postura dura em torno de 26 horas e é o período no qual a galinha irá fecundar o ovo. Já depois da postura, o processo tem duração de até 504 horas, ou seja, aproximadamente 21 dias. Na segunda etapa, os fatores que estão relacionados diretamente com o nascimento dos fetos são: a temperatura, a umidade relativa do ar, a viragem dos ovos e a ventilação adequada.

O processo de incubação, quando automatizado, eleva o índice de nascimentos em relação à forma manual. Isso acontece, pois, no segundo caso, a temperatura pode não ser regulada da maneira correta, o produtor pode não realizar a viragem em tempo hábil ou haverá uma dificuldade maior em controlar a umidade e a ventilação.

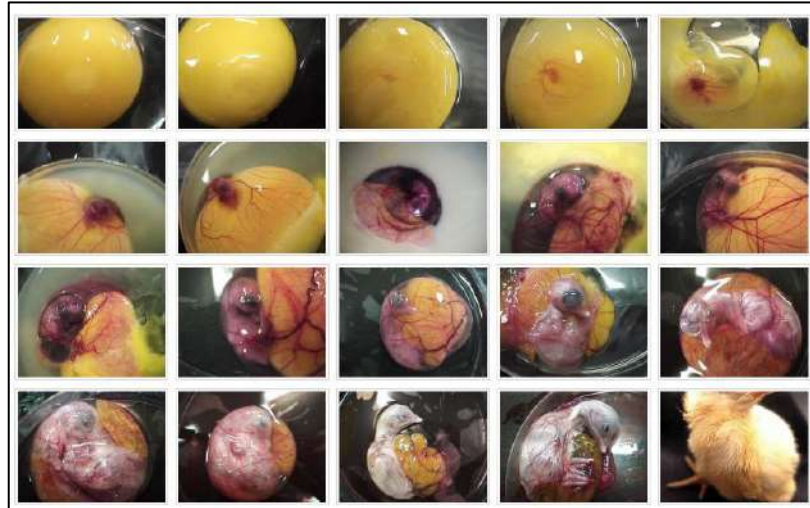
## 2.2 CHOCADEIRA AUTOMATIZADA

Com o avanço da tecnologia, ocorreram diversas alterações e descobertas no processo de desenvolvimento das chocadeiras automatizadas, dentre elas: monitoramento por computador, controle dos sistemas e automatização de vários processos diários de operação. Além disso, também se obteve uma conscientização pela importância das chocadeiras no controle de doenças. A vantagem que as chocadeiras proporcionam não é só a larga escala de produção, mas também por serem práticas e controláveis pelo usuário. Por isso, atualmente ela vem substituindo consideravelmente o processo natural de incubação.

Uma chocadeira é uma boa opção para o produtor que não tenha criação de galinhas ou nenhuma galinha choca em sua propriedade e é utilizada para aumentar a produção. Já a sua maior desvantagem é ser dependente de uma fonte de energia em todo o seu processo, e na sua ausência poderá afetar os embriões que estão no meio do período de incubação. Porém, baterias de emergência podem ser adicionadas ao projeto, dando autonomia ao processo até que seja

restabelecida a energia. Outro fator preocupante é o manuseio dos ovos, devendo ser cuidadoso para não afetar o embrião em fase de desenvolvimento, o qual é destacado na *Figura 2*.

**Figura 2 - Evolução do embrião**



Fonte: Imagem encontrada no site da millefleurs<sup>1</sup>

O processo de desenvolvimento do embrião até a eclosão ocorre conforme a seguir:

- No primeiro dia, dá-se início à formação do aparelho digestivo, do sistema nervoso e dos olhos; e aparecimento das ilhotas de sangue;
- No segundo dia, inicia-se a formação dos vasos sanguíneos e do coração, o qual começa a bater.
- No terceiro dia, formam-se as narinas.
- Do quarto ao sétimo dia, tem-se a formação do estômago verdadeiro (proventrículo) e do estômago mecânico (moela, início da formação do bico e o abdome se torna saliente devido ao desenvolvimento das vísceras.
- Do oitavo ao décimo segundo dia, inicia-se a formação das penas e o embrião começa a ter aparência da própria espécie. O corpo e o pescoço assumem a forma característica das aves, sendo que os poros já começam a ser visíveis a olho nu, e as penas nascem por completo.
- Do décimo terceiro ao décimo sexto dia, aparecem as escamas e as unhas. O embrião dirige a cabeça para a câmara de ar. O corpo e a cabeça são proporcionais ao tamanho do embrião já emplumado.

- Do décimo sétimo ao vigésimo dia, o embrião atinge o tamanho final, ocupando praticamente todo o espaço do ovo, exceto a câmara de ar. As membranas que o envolvem são rompidas e ele começa a respirar por meio da câmara.
- No vigésimo primeiro dia ocorre a eclosão, a secagem das penas e a cicatrização do umbigo, encerrando assim o ciclo com o nascimento do pinto.

---

<sup>1</sup> disponível em: < <https://millefleurs.weebly.com/incubaccedilatildeo.html> > Acesso em: 15 Mar. 2020

## 2.3 SENSORES

Dentre as etapas fundamentais de uma chocadeira estão: o controle de temperatura e a umidade do processo. Faz-se necessário obter os valores das variáveis físicas do ambiente interno da chocadeira e, para obter tais valores, utilizam-se sensores, para ambos os parâmetros.

Os sensores informam ao microcontrolador, os eventos ou alterações que ocorram no ambiente, sobre o qual ele deva atuar ou a partir do qual ele deva executar uma determinada ação.

O objetivo desse tópico, é apresentar as definições, aplicações e variações dos dois tipos de sensores utilizados no protótipo da chocadeira automatizada.

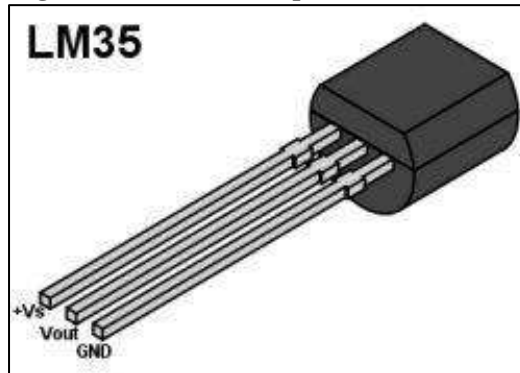
### 2.3.1 Sensor de temperatura

O sensor de temperatura é o componente que deve ser inserido ao ambiente de forma a captar o calor e passar essa informação ao microcontrolador. Existem vários tipos de sensores de temperatura para diversas aplicações, sendo eles: termistores, termopares, termoresistores, eletrônicos e pirômetros.

O sensor utilizado no protótipo enquadra-se na categoria dos eletrônicos, que são projetados para detectar uma variedade de aspectos quantitativos de um determinado sistema físico (como os outros), em escala menor. São subdivididos em três categorias: Diodos (funcionam como válvulas, permitindo a passagem de corrente em apenas um sentido,

respeitando a sua polaridade), transistores, que tem por funções amplificar a corrente elétrica ou barrar a sua passagem. E circuitos integrados.

**Figura 3 - Sensor de temperatura (LM35)**



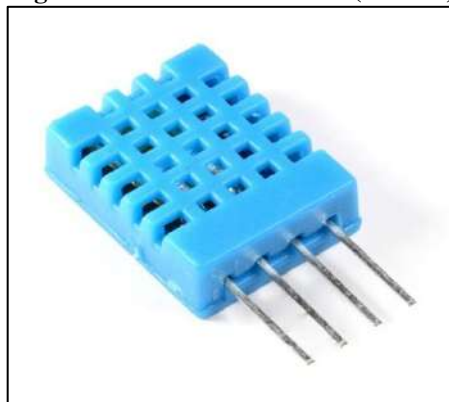
Fonte: Imagem da internet

### 2.3.2 Sensor de umidade

Os níveis de umidade precisam estar adequados durante o processo, pois, caso contrário, a chocagem será prejudicada. A rigidez da casca dos ovos é influenciada pela umidade do ar em ambientes muito secos, a casca tende a ser mais rígida, tornando o rompimento mais difícil e dificultando a eclosão. Com isso, é necessário o controle desse parâmetro, por meio de sensores.

O sensor de umidade é um equipamento capaz mensurar e exibir em um *display*, a umidade relativa do ar de um ambiente, produto ou equipamento. Ele pode ser utilizado tanto ao ar livre como também em ambientes fechados. Semelhante ao sensor de temperatura, o sensor de umidade utilizado se classifica na categoria dos eletrônicos.

**Figura 4 - Sensor de umidade (DHT11)**



Fonte: Imagem da internet

## 2.4 SERVOMOTOR

Os servomotores são aplicáveis em diversas situações, nas quais haja a necessidade de movimentar algo de uma forma controlada e precisa. Dentre suas características, a que mais se destaca é a capacidade de deslocar o seu braço até uma determinada posição e sustentá-lo, mesmo quando sofre uma força na direção oposta. Um servomotor é composto por um circuito de controle, responsável pelo monitoramento do potenciômetro (ligado ao eixo de saída do servo) e acionamento do motor; um motor que movimenta as engrenagens (reduzem a rotação do motor e transferem mais torque ao eixo principal) e o eixo principal; e uma caixa externa que comporta todas as partes do servo.

O motor é alimentado com tensões de 5 Volts e recebe um sinal no formato PWM (*Pulse Width Modulation*). Este sinal pode ser 0 ou 5 Volts. O circuito de controle monitora este sinal em intervalos de 20 milissegundos. Caso o controle detecte uma alteração do sinal na largura do sinal, ele deve alterar a posição do eixo para que a sua posição coincida com o sinal recebido.

Uma vez que o servo recebe um sinal de 1,5 milissegundos (por exemplo), ele verifica se o potenciômetro se encontra na posição correspondente e, caso esteja, nenhuma alteração ocorre. Se o potenciômetro não estiver na posição correspondente ao sinal recebido, o circuito de controle aciona o motor até que o potenciômetro esteja na posição correta. A direção de rotação do servo motor depende da posição do potenciômetro. O motor vai girar na direção que levará o potenciômetro mais rapidamente a posição correta.

Quanto à sua classificação, os servomotores podem se enquadrar em três categorias: *standard* (servos mais comuns, grandes, robustos e pesando em média 35g), *mini* (pesando entre 20 e 28g) e *micro* (pequenos e leves de 6 a 20g, mas com um bom torque).

## 2.5 ARDUINO

Para tais etapas do processo automatizado funcionarem de forma eficaz, faz-se necessário o uso de um microcontrolador. Microcontroladores são pequenos computadores (SoC) que contêm um núcleo de processador, memória e periféricos programáveis de entrada e saída em um único circuito integrado.

Como exemplo, destaca-se aqui, o Arduino, o qual foi idealizado e desenvolvido com o objetivo de viabilizar um sistema que tornasse menos complexo a montagem de projetos eletrônicos destinados a processos de automação, de maneira que não fosse necessário um grande conhecimento acerca da composição de placas e seus devidos comandos e funções por parte do usuário programador. A sua plataforma é de código aberto e de baixo custo, capaz de proporcionar de modo mais fácil, projetos práticos na área da eletrônica (SOUZA, 2013).

A plataforma consiste na prototipagem eletrônica montada numa única placa, equipada com um microcontrolador Atmel AVR, tendo entrada e saída e seguindo à linguagem padrão C/C++. Com o objetivo de esclarecer o fato de optar por tal plataforma, serão apresentados a seguir, de forma resumida e objetiva, o seu funcionamento e algumas de suas vantagens:

- **Funcionamento:** baseada em flexibilidade e facilidade de uso, tal plataforma apresenta *hardware* e *software*, que configuram “uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source*” (Souza, 2013, p. 1). Trata-se de um sistema de percepção de sinais a partir de sensores que detectam movimentos, por exemplo, e serve de dispositivo de controle para acionamento de equipamentos diversos (SOUZA, 2013). A utilização do Arduino permite desenvolver projetos que sejam executados de forma automática e podem ser integrados a computadores, que, se atuando com programas específicos, podem desenvolver uma significativa quantidade de tarefas.

Martinazzo et al (2014, p. 24) detalham com eficácia de simplicidade o seu princípio de funcionamento: A IDE (Ambiente Integrado de Desenvolvimento, em português) do Arduino é uma aplicação *cross-plataform* escrita em Java, o que significa que ela é portátil para diversos sistemas operacionais, e é derivada da IDE para a linguagem de programação *Processing*, que possibilita a visualização gráfica em tempo real, e do projeto *Wiring*. Inclui um editor de código fonte livre, com identificação automática que é capaz de compilar e fazer o *upload* para a placa com apenas um clique.

- **Vantagens:** O Arduino é uma ferramenta que tende, potencialmente, facilitar e simplificar o aprendizado em escolas e universidades que lecionam disciplinas voltadas à eletrônica. Isso devido à sua capacidade de coleta de dados e a suas várias maneiras de integração com sensores, possibilitando o estudo e análise de diversos fenômenos, tais como, resistência, capacitância e corrente elétrica. Tem a capacidade de realizar a



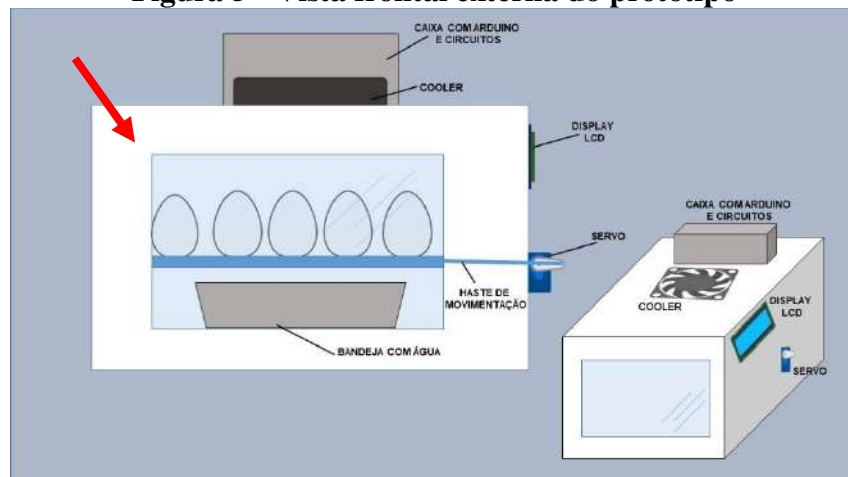
leitura de vários sensores simultaneamente, sejam digitais ou analógicos, possibilitando a criação de um projeto robusto. Possui o custo baixo, tem um amplo material de suporte disponível na internet, além de suas diversas aplicações, indo desde a segurança até a automatização de processos como, por exemplo, automatizar um processo de incubação de ovos de galinha em uma chocadeira.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 – ESTRUTURA DO PROTÓTIPO

Para a montagem da estrutura do protótipo, utilizou-se uma caixa de isopor de 18 litros (podendo ser utilizadas outras estruturas, bem como MDF, madeira compensada, CPU de computador, caixas de papelão, entre outros). A montagem da estrutura seguiu a proposta de materiais de baixo custo, sendo reutilizada uma caixa de isopor. Após a limpeza, deu-se início às alocações dos componentes. Como apresentado na *Figura 5*, os componentes ficaram dispostos da seguinte forma: Na parte superior da estrutura externa, estão o *cooler*, responsável pelo resfriamento da resistência e da circulação da umidade; e uma caixa com o Arduino e os circuitos na protoboard, responsáveis pelo controle do processo. Na parte superior lateral direita, está o *display* LCD, responsável por exibir a temperatura, umidade e a quantidade de dias. Na parte lateral média direita, encontra-se o servomotor, responsável pela viragem dos ovos.

**Figura 5 - Vista frontal externa do protótipo**

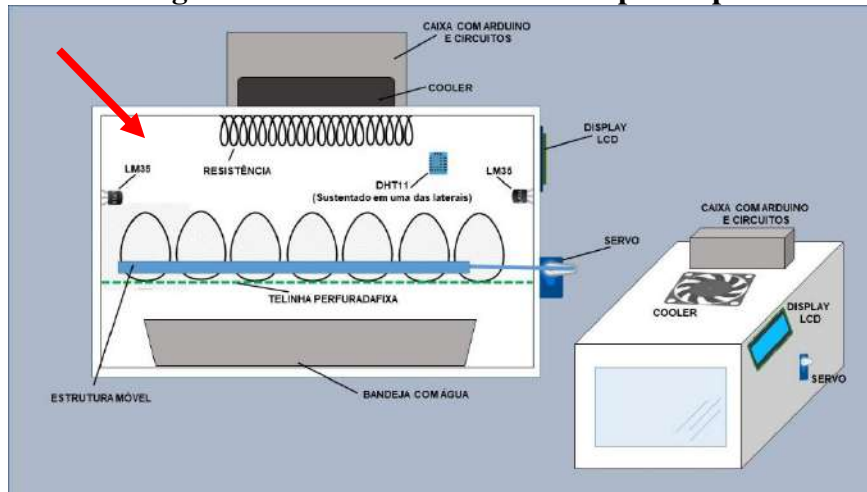


Fonte: Autoria própria (PowerPoint), 2020

A partir da *Figura 6*, é possível observar a vista frontal interna da chocadeira, na qual se tem na parte inferior uma bandeja com água. No centro, há uma estrutura fixa com uma rede que serve de sustentação para os ovos (essa rede é porosa, para facilitar a circulação da umidade). Além disso, há uma parte móvel, também no centro, com uma haste acoplada ao

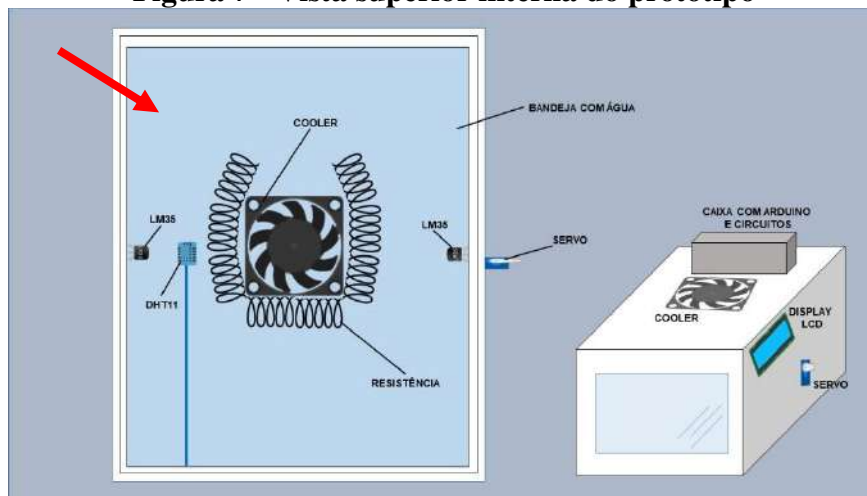
servo e uma a resistência, na parte superior. Os sensores estão suspensos e dispostos nas laterais do protótipo. Apresenta-se na *Figura 7*, a disposição dos sensores e da resistência.

**Figura 6 - Vista frontal interna no protótipo**



Fonte: Autoria própria (PowerPoint), 2020

**Figura 7 - Vista superior interna do protótipo**



Fonte: Autoria própria (PowerPoint), 2020

### 3.2 - CONTROLE DE TEMPERATURA

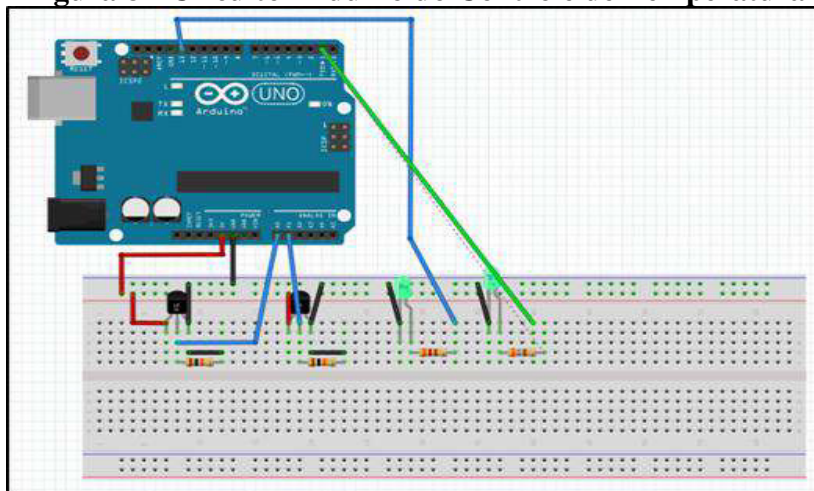
O nascimento é influenciado por diversos fatores, tanto da chocadeira como do próprio usuário. Na escolha dos ovos para se obter aves de boa qualidade, é necessário manter ótimas condições do ambiente, desde a sua postura até quando são colocados na chocadeira, pois os

ovos contêm muitas células vivas. A temperatura ideal deve estar entre 37,4°C e 37,8°C para chocadeiras, no caso que contenham uma ventoinha (cooler) em seu interior.

Para este projeto, foi utilizado um controle de temperatura ON-OFF, que deverá funcionar da seguinte maneira: uma resistência de chuveiro (Max Ducha 4600W) ficará disposta na parte superior da estrutura, onde será responsável pelo aquecimento dos ovos. Quando a temperatura de resistência atingir a temperatura ideal, ela deverá ser desligada. O controle e a verificação desta temperatura se darão por dois sensores de temperatura (LM35) dispostos nas laterais da estrutura, um de cada lado. Cada sensor é responsável por medir a temperatura e irá se comunicar com o Arduino, o qual fará a média da temperatura entre os dois sensores e a comparação com a temperatura ideal.

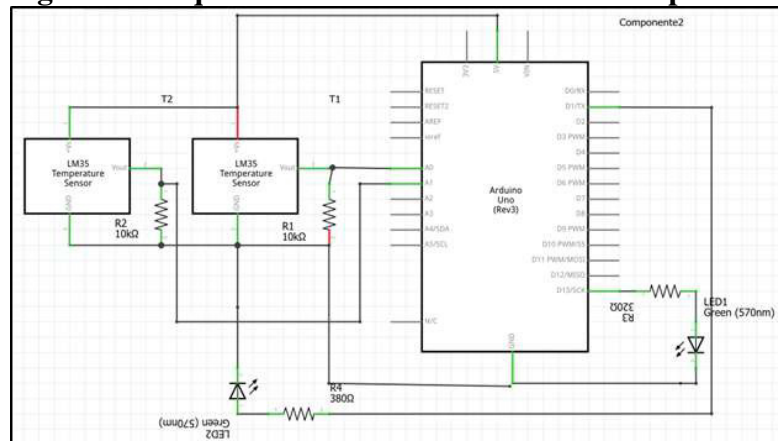
Após a comparação, o próprio Arduino fará o controle de ativação da resistência. Se a média dos sensores for igual ou superior à temperatura ideal, desliga a resistência. Caso contrário, liga a resistência. O circuito para esse controle foi desenvolvido no *software Fritzing*, como apresentado nas *Figura 8 e 9*.

**Figura 8 - Circuito Arduino do Controle de Temperatura**



Fonte: Autoria própria (*Fritzing*), 2020.

**Figura 9 - Esquema elétrico do Controle de Temperatura**



Fonte: Autoria própria (*Fritzing*), 2020.

### 3.3 - SENSOR DE UMIDADE

A umidade correta, na maioria das incubadoras é, por vezes, difícil de obter. Porém, deverá manter os seguintes parâmetros:

- Nos primeiros 19 dias, de 50% a 55%
- Nos últimos 3 dias, aumentar gradualmente a umidade até atingir os 60% até o nascimento.

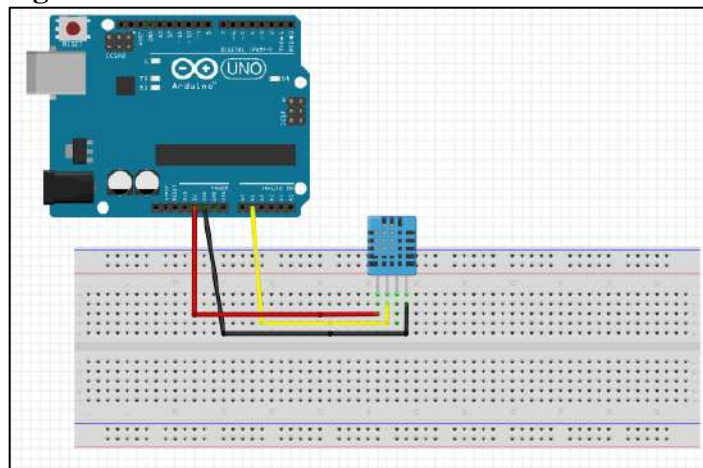
As incubações que decorrem em ambiente seco ou muito úmido podem levar à morte dos embriões entre o 16º e o 19º dia e poderão nascer aves não saudáveis. Pouca umidade pode acarretar no nascimento de aves muito pequenas ou grudadas nas cascas. Já o seu excesso, pode dar origem a aves frágeis, sujas e com parte da gema por absorver.

Com falta de umidade, as câmaras de ar no interior dos ovos apresentam-se muito grandes, já com a umidade elevada as câmaras de ar apresentam-se muito pequenas.

Para essa parte do projeto, foi utilizado um sensor de umidade DHT11 que ficará disposto na parte central do protótipo e irá fazer a medição da umidade e se comunicar com o Arduino.

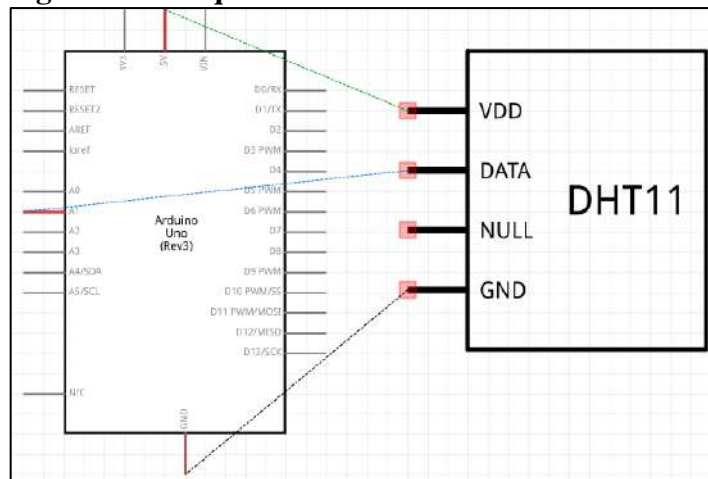
O protótipo não tem por objetivo realizar o controle de umidade, apenas exibir a umidade atual que deverá ser regulada manualmente pelo usuário. O esquema elétrico, bem como o esquema visual, realizados no *Fritzing*, estão dispostos nas *Figuras 10 e 11*.

**Figura 10 - Circuito Arduino do Sensor de Umidade**



Fonte: Autoria própria (Fritzing), 2020.

**Figura 11 – Esquema elétrico do Sensor de Umidade**

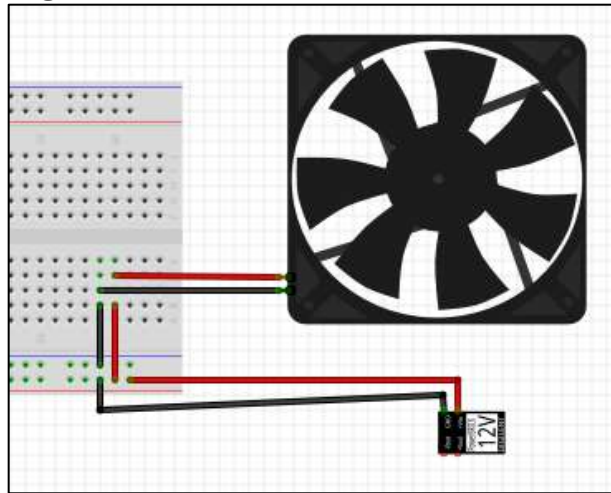


Fonte: Autoria própria (Fritzing), 2020.

### 3.4 – COOLER

Para auxiliar no resfriamento da resistência, bem como na umidade interna da chocadeira, foi utilizado um cooler 12V, montado conforme a *Figura 12*.

**Figura 12 - Circuito Arduino do Cooler 12V**



Fonte: Autoria própria (Fritzing), 2020.

### 3.5 - DESENVOLVIMENTO DO OVOSCÓPIO

Durante o processo de incubação, seja para criação doméstica ou para venda, é preciso fazer a miragem dos ovos, retirando os ovos inférteis e evitando a contaminação dos ovos saudáveis. O projeto do ovoscópio foi desenvolvido com o objetivo de permitir a miragem, bem como o acompanhamento da gestação, evitando perdas maiores. Geralmente, são feitas duas miragens, ao 5º dia e ao 14º dia.

Na primeira, retiram-se os inférteis, na segunda retiram-se os que tiverem embriões mortos, podendo o usuário realizar outras miragens se assim desejar, acompanhando, assim, o desenvolvimento do embrião. A seguir, são apresentadas na *Figura 13*, os materiais utilizados para a construção o ovoscópio.

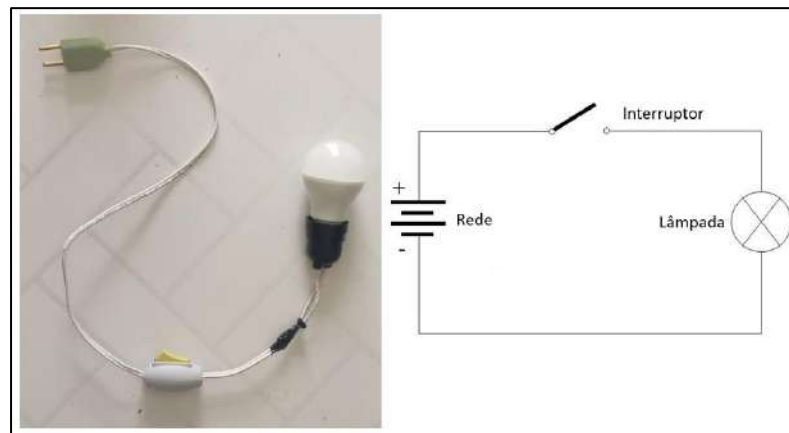
**Figura 13 - Componentes para o ovoscópio**



Fonte: Autoria própria, 2020.

Após a seleção dos materiais, deu-se início à montagem de um processo simples com os componentes descritos acima, apresentado na *Figura 14*.

**Figura 14 - Ovoscópio e esquema elétrico**



Fonte: Autoria própria, 2020.

Após a montagem do circuito, acoplou-se a lâmpada na parte interna da lata de achocolatado, finalizando assim o ovoscópio e deixando-o com o aspecto da *Figura 15*.



**Figura 15 - Implementação da lâmpada**

Fonte: Autoria própria, 2020.

A funcionalidade foi testada, realizando-se duas miragens. A primeira (*Figura 16*) foi realizada no quinto dia do processo, com o objetivo de verificar quais ovos estavam ou não galados, descartando os que não haviam fecundado e mantendo o restante. A segunda (*Figura 17*) foi realizada no nono dia do processo, com o objetivo apenas de visualizar o embrião em desenvolvimento para fins de registro.

**Figura 16 - Ovoscopia do 5º dia**

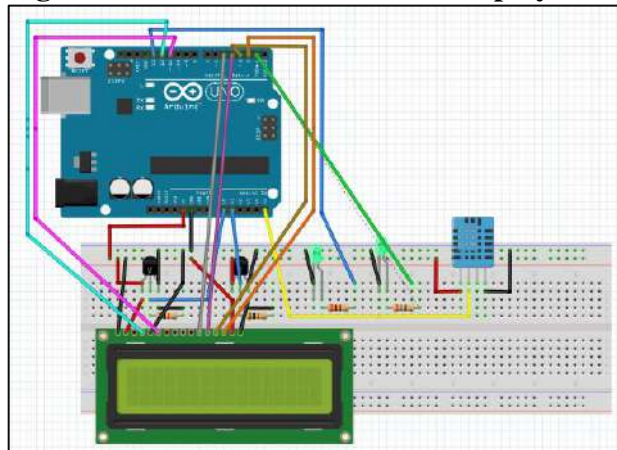
Fonte: Autoria própria, 2020

**Figura 17 - Ovoscopia do 9º dia**

Fonte: Autoria própria, 2020

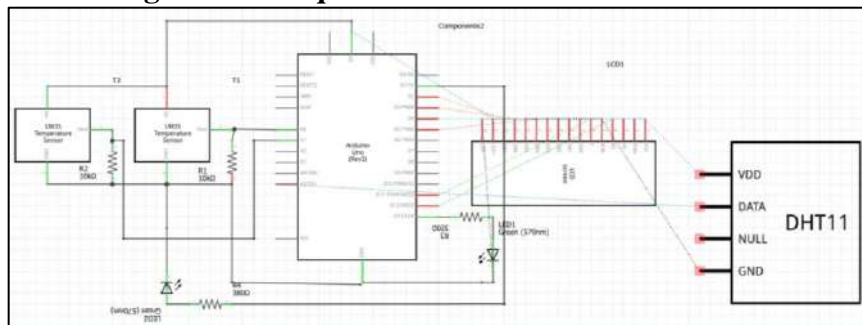
### 3.6 – DISPLAY LCD

Para a exibição da temperatura, umidade e contagem dos dias, utilizou-se um *display* LCD com a dimensão de 16x2, que recebe os dados do Arduino e exibe na tela. O circuito do *display* com o Arduino e o esquema elétrico são apresentados nas *Figuras 18 e 19*, respectivamente.

**Figura 18 - Circuito Arduino do display LCD**

Fonte: Autoria própria (Fritzing), 2020.

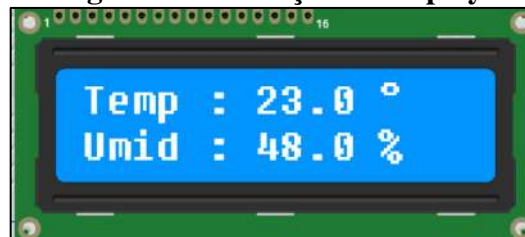
**Figura 19 - Esquema elétrico de todo o controle**



Fonte: Autoria própria (*Fritzing*), 2020.

Apresenta-se na *Figura 20*, um exemplo de exibição do display para temperatura e umidade de um ambiente.

**Figura 20 - Exibição no display**

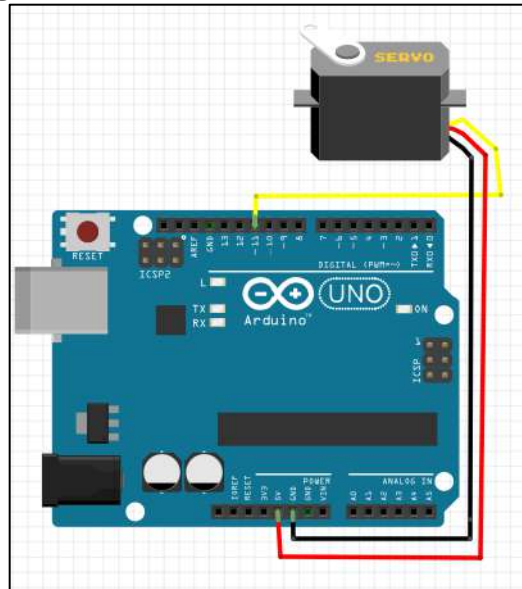


Fonte: filipeflop.com

### 3.7 – SERVO-MOTOR

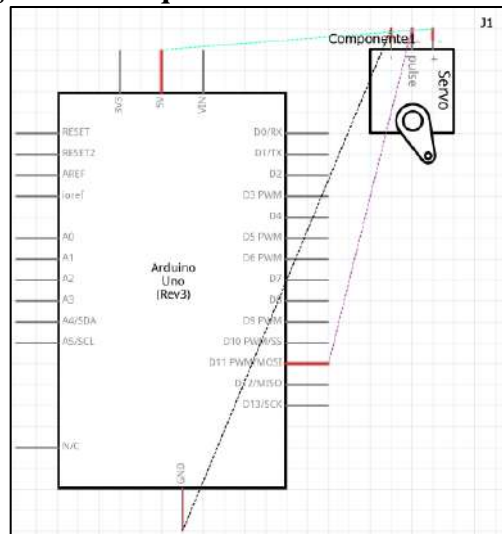
Como já citado, o processo de viragem dos ovos é necessário pois evita que se formem aderências do embrião à casca e favorece a circulação sanguínea. Essa viragem deve ocorrer a cada 2 horas e, para isso, foi utilizado um servomotor SG90, controlado de maneira automática pelo Arduino. O circuito e o diagrama elétrico do servomotor são apresentados nas *Figuras 21 e 22*, respectivamente.

**Figura 21 - Circuito Arduino do Servomotor**



Fonte: Autoria própria (Fritzing), 2020.

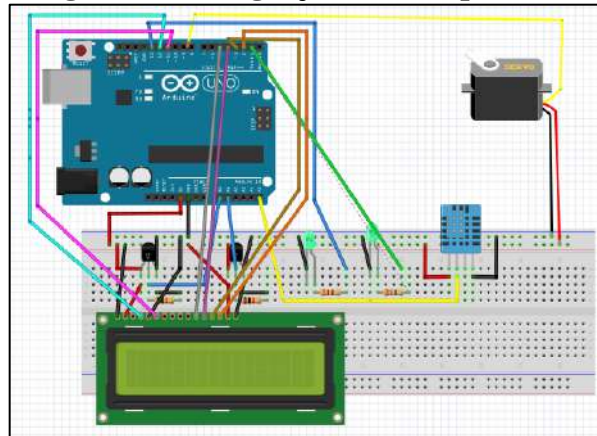
**Figura 22 - Esquema elétrico do Servomotor**



Fonte: Autoria própria (Fritzing), 2020.

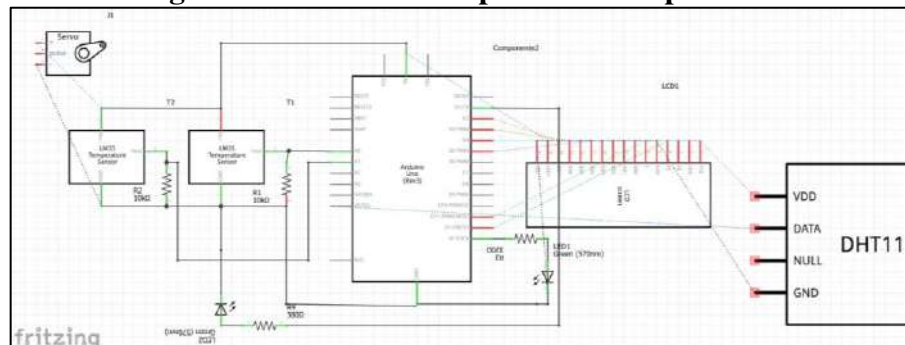
Após a integração de todos os componentes em um único circuito, obteve-se a organização esquemática dos componentes e o diagrama elétrico, apresentados nas *Figuras 23 e 24*, respectivamente.

**Figura 23 - Integração dos componentes**



Fonte: Autoria própria (Fritzing), 2020.

**Figura 24 - Circuito completo dos componentes**



Fonte: Autoria própria (Fritzing), 2020.

O código foi desenvolvido na linguagem de programação C++ e está disponível em <https://drive.google.com/file/d/1W3KlevyKS51Gp0XgaU1p6ajOWe4dMBB7/view?usp=sharing>

## 4 RESULTADOS E ANÁLISES

Durante todo o processo, foram consideradas duas linhas para análise: baixo custo do protótipo e uma eficiência igual ou aproximada das chocadeiras encontradas no mercado.

### 4.1 – BAIXO CUSTO DO PROTÓTIPO

Para se ter compreensão e concluir se de fato o protótipo foi construído com um baixo custo, fez-se inicialmente um levantamento dos preços dos componentes que seriam utilizados na sua construção, como apresentado na *Tabela 1*:

**Tabela 1 - Custo do protótipo**

<b>MATERIAL</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>QTD.</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>MATERIAIS PARA O OVOSCÓPIO</b>			
Lâmpada LED 4,9W	R\$ 12,90	1	R\$ 12,90
Lata de achocolatado	R\$ 0,00	1	R\$ 0,00
Pêra (Interruptor)	R\$ 1,98	1	R\$ 1,98
Plug tomada macho	R\$ 1,60	1	R\$ 1,60
Fio duplo 12mm (metro)	R\$ 2,10	1	R\$ 2,10
Bocal para lâmpada	R\$ 2,80	1	R\$ 2,80
<b>MATERIAIS PARA A ESTRUTURA COMPLETA</b>			
Caixa de isopor 18 litros	R\$ 0,00	1	R\$ 0,00
Jumpers macho-macho (kit com 40 unidades)	R\$ 6,85	1	R\$ 6,85
Protoboard 830 pontos	R\$ 8,30	1	R\$ 8,30
Sensor de temperatura LM35	R\$ 7,95	2	R\$ 15,90
Sensor de umidade DHT11	R\$ 7,45	2	R\$ 14,90
Servo motor SG90	R\$ 10,25	1	R\$ 10,25
Display LCD 16x2	R\$ 11,30	1	R\$ 11,30
LED verde 5mm	R\$ 0,25	2	R\$ 0,50
Resistência Max Ducha 4600W	R\$ 7,50	1	R\$ 7,50
Tela verde porosa (50cm <sup>2</sup> )	R\$ 3,00	0,5	R\$ 1,50
Resistor 10k $\Omega$	R\$ 0,10	4	R\$ 0,40
Fan Cooler 120x120x25 12V	R\$ 8,80	1	R\$ 8,80
Fonte 12v 1a Bivolt 100v-240v	R\$ 16,00	1	R\$ 16,00
Arduino UNO	R\$ 32,90	1	R\$ 32,90
<b>Valor total da produção</b>			<b>R\$ 156,48</b>

No momento da produção, já se dispunha de grande parte dos, não havendo a necessidade de comprá-los. Porém, levando em consideração que o produtor não dispunha de nenhum dos

componentes listados acima, realizou-se uma pesquisa de mercado com a listagem dos valores dos componentes.

Após o levantamento do custo total do protótipo, realizou-se uma comparação com 10 chocadeiras encontradas no mercado. Considerou-se os parâmetros do protótipo como critério para a seleção das mesmas. A seguir (*Tabela 2*), são apresentadas as listagens das chocadeiras selecionadas, bem como seus respectivos valores e funções:

**Tabela 2 - Preços das chocadeiras que serão comparadas**

nº	Marca	Capacidade	Viragem	Controle de temperatura	Sensor de umidade	Ovoscópio	Loja	Valor
1	ECLOFORTE	25	SIM	SIM	NÃO	SIM	Mercado Livre	R\$ 399,00
2	ECLO	60	SIM	SIM	NÃO	SIM	Olist	R\$ 459,00
3	CHOCMAIS	60	SIM	SIM	NÃO	SIM	Amazon	R\$ 489,00
4	CHOCMAIS TOP	40	SIM	SIM	NÃO	SIM	Mercado Livre	R\$ 399,00
5	CHOCAMIX	60	SIM	SIM	NÃO	NÃO	Olist	R\$ 497,00
6	CHOCAMAX	60	SIM	SIM	NÃO	SIM	Magazine Luiza	R\$ 364,50
7	CHOCAMIX	60	SIM	SIM	NÃO	NÃO	Casas Bahia	R\$ 497,00
8	GP	50	SIM	SIM	NÃO	NÃO	GP Chocadeiras	R\$ 589,00
9	GALINHA CHOCA	60	SIM	SIM	NÃO	SIM	Pavão Chocadeiras	R\$ 667,00
10	CHOCADERAS BAHIA	60	SIM	SIM	NÃO	SIM	Americanas	R\$ 500,00

Nenhuma das chocadeiras listadas acima vêm com a lâmpada inclusa, ficando a cargo do usuário a sua compra. O protótipo por sua vez, tem a lâmpada inclusa para a ovoscopia, sendo um diferencial, visto que o valor da lâmpada corresponde a 7,4% do custo total do protótipo.

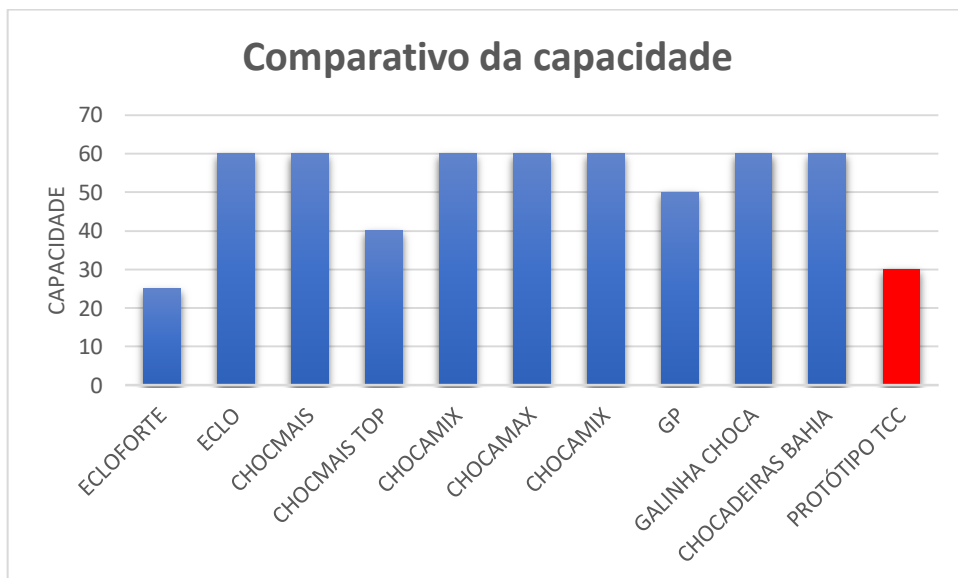
Considerou-se um acréscimo de 40% do valor total do protótipo como sendo o custo da mão de obra para a produção do mesmo, resultando em um valor total de R\$274,32,00.

Fazendo uma análise comparativa das tabelas acima, pode-se notar um diferencial no custo total, sendo melhor ilustrado no *Gráfico 1*.



**Gráfico 1 - Comparativos de preços das chocadeiras**

Como demonstrado no *Gráfico 1*, é perceptível a diferença entre os valores do protótipo aos valores das chocadeiras em comparação. Porém, observando a Tabela 2, nota-se uma diferença na capacidade de ovos das chocadeiras, como visto no *Gráfico 2*:



**Gráfico 2 - Capacidade das chocadeiras**



#### 4.2 – EFICIÊNCIA DO PROTÓTIPO

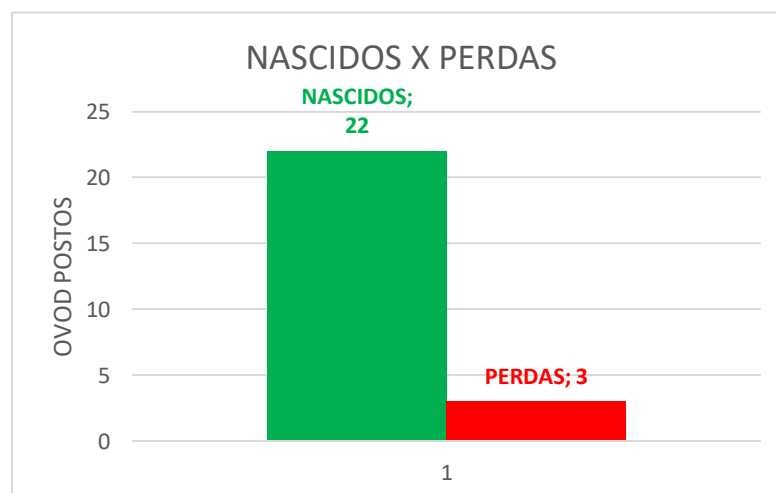
Assim como os gastos com a produção, analisou-se a eficiência do protótipo para definir a relação de custo-benefício do protótipo. Para isso, levou-se em consideração a relação entre os ovos postos e nascidos, apresentados na *Tabela 3*:

**Tabela 3 – Dados do protótipo**

Capacidade (ovos)	Ovos postos	Ovos pós miragem	Nascidos vivos		Perdas	
			Quantidade	Percentual	Quantidade	Percentual
30	25	24	22	88%	3	12%

Como é possível analisar na *Tabela 3*, o protótipo comporta 30 ovos, porém o servomotor não teve torque suficiente para mover essa quantidade, sendo necessário reduzir a quantidade para 25 ovos. Outro ponto a ser destacado é a perda de um ovo na relação entre *ovos postos* e *ovos pós miragem*. Ao quinto dia do processo, é necessário realizar uma ovoscopia (miragem) para verificar quais ovos estão ou não galados, e deve ser feita a retirada desses ovos que não fecundaram para que não estraguem e venham a prejudicar o restante dos ovos postos.

A não fecundação deve-se ao fato de o ovo não ter sido fecundado por um galo, porém, considerou-se essa perda dentro do índice de eficácia da chocadeira, contabilizando como parte e causas internas do protótipo. Após essas observações, observa-se um grande percentual de eficácia do protótipo, superior a 80%, como apresentado no *Gráfico 3*.



**Gráfico 3 - Nascidos vivos x perdas**

- **Temperaturas**

Realizou-se uma análise diária dos sensores de temperatura e umidade com medições em três intervalos do dia. Essas medições serviram para verificar a média das temperaturas e umidades em cada um dos intervalos.

Apresentam-se na *Tabela 4*, os dados da temperatura de todo o processo:

**Tabela 4 - Temperatura durante o processo**

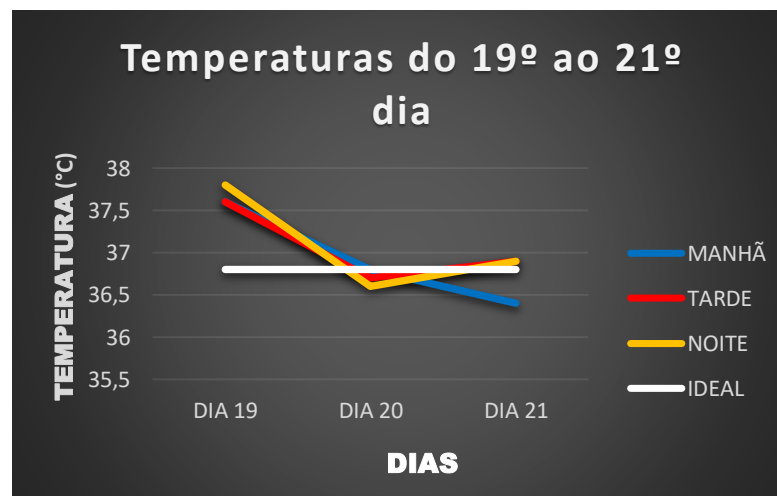
DIAS	MANHÃ		TARDE		NOITE		Temperatura média (°C)
	Hora (h)	Temperatura (°C)	Hora (h)	Temperatura (°C)	Hora (h)	Temperatura (°C)	
DIA 1	07:30	36,9	12:00	37,9	18:03	36,9	37,23
DIA 2	07:33	37,3	12:03	38	18:06	37,4	37,57
DIA 3	07:28	37	11:59	38	18:00	37,4	37,47
DIA 4	07:35	37	11:58	37,9	18:00	37,5	37,47
DIA 5	07:08	37,4	11:49	37,8	18:07	37,6	37,60
DIA 6	07:45	37,6	12:00	37,6	18:00	37,8	37,67
DIA 7	07:27	37	12:02	37,7	17:59	37	37,23
DIA 8	07:43	37,2	12:06	37,7	18:01	37,5	37,47
DIA 9	07:09	37,8	12:00	37,8	18:03	37	37,53
DIA 10	08:01	37,2	11:58	37,9	18:02	37,1	37,40
DIA 11	07:44	36,9	12:11	38	18:07	37,4	37,43
DIA 12	07:33	37,3	12:15	38	18:03	37,6	37,63
DIA 13	07:37	37	12:04	37,6	17:57	37,8	37,47
DIA 14	07:28	36,8	11:56	37,8	18:04	37,5	37,37
DIA 15	07:30	36,9	12:00	37,8	18:00	37,5	37,40
DIA 16	07:32	37	12:03	38	18:00	37	37,33
DIA 17	07:30	37,5	12:00	38,1	18:00	37,5	37,70
DIA 18	07:29	37,5	11:59	37,7	18:02	37,5	37,57
DIA 19	07:30	37,6	11:49	37,6	18:03	37,8	37,67
DIA 20	07:30	36,8	12:09	36,7	18:03	36,6	36,70
DIA 21	07:36	36,4	12:06	36,9	17:55	36,9	36,73

Como no processo foi utilizado um controle on-off, é possível notar uma variação na temperatura. Isso se dá devido ao fato da resistência demorar um certo tempo para esfriar/esquentar após o comando do Arduino. É possível ver com mais clareza no *Gráfico 4*.



**Gráfico 4 - Temperaturas 1º ao 18º dia**

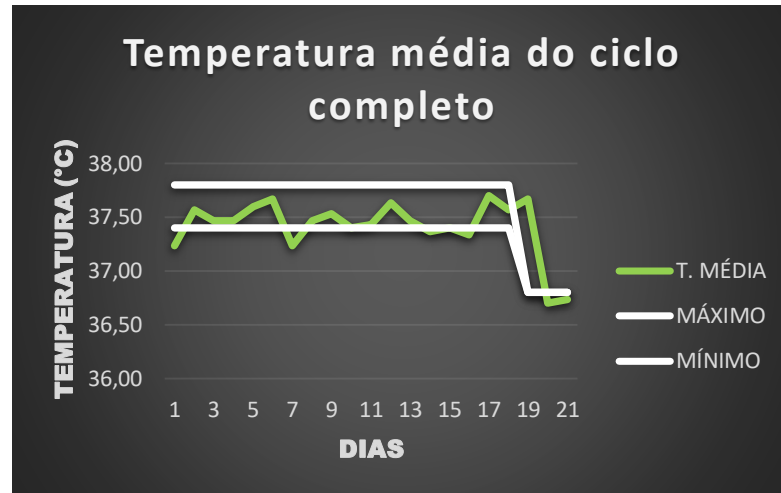
O *gráfico 4* ilustra as temperaturas do 1º ao 18º dia e, com isso, é possível observar algumas fugas de temperatura quanto ao intervalo máximo e mínimo estabelecido, bem como notar uma certa tendência das temperaturas de acordo com o período do dia. Semelhantemente tem-se as temperaturas dos últimos dias do processo no *Gráfico 5*.



**Gráfico 5 - Temperaturas 19º ao 21º dia**

No *gráfico 5*, referente aos últimos dias do processo, é possível notar uma diferença entre a temperatura média ideal para os três dias (linha branca) e a temperatura média real nos períodos. Além disso, observa-se também um decréscimo nas linhas que correspondem ao comando do Arduino para a redução da temperatura no final do ciclo.

Apresentam-se no *Gráfico 6*, os valores médios de temperatura ao longo dos 18 dias.



**Gráfico 6 - Temperatura média do ciclo completo**

Embora haja variação fora das médias de temperatura, não se notou interferência direta no processo.

- **Umidades**

Quanto às umidades, esperava-se um comportamento semelhante no que diz respeito às variações de linhas, mas opostos quanto os valores de temperatura, visto que são inversamente proporcionais. Para a umidade, realizou-se a mesma metodologia da temperatura, anotando os valores por três períodos do dia, como apresentado na *Tabela 5*:

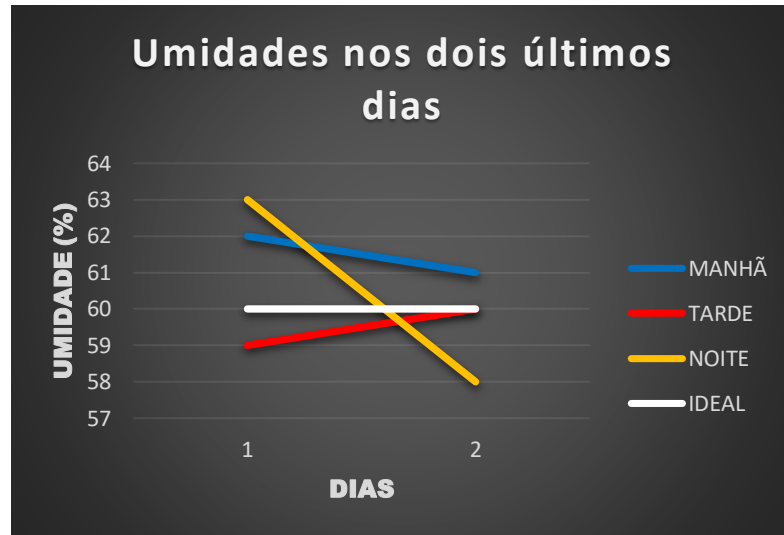
**Tabela 5 - Umidades do ciclo completo**

DIAS	MANHÃ		TARDE		NOITE		Umidade média (%)
	Hora (h)	Umidade (%)	Hora (h)	Umidade (%)	Hora (h)	Umidade (%)	
DIA 1	07:30	56	12:00	52	18:03	56	55
DIA 2	07:33	54	12:03	50	18:06	52	52
DIA 3	07:28	55	11:59	49	18:00	51	52
DIA 4	07:35	54	11:58	51	18:00	51	52
DIA 5	07:08	53	11:49	52	18:07	50	52
DIA 6	07:45	53	12:00	51	18:00	50	51
DIA 7	07:27	52	12:02	50	17:59	51	51
DIA 8	07:43	53	12:06	52	18:01	50	52
DIA 9	07:09	54	12:00	52	18:03	52	53
DIA 10	08:01	52	11:58	49	18:02	50	50
DIA 11	07:44	53	12:11	50	18:07	49	51
DIA 12	07:33	53	12:15	50	18:03	52	52
DIA 13	07:37	54	12:04	53	17:57	51	53
DIA 14	07:28	56	11:56	51	18:04	52	53
DIA 15	07:30	57	12:00	52	18:00	51	53
DIA 16	07:32	52	12:03	49	18:00	53	51
DIA 17	07:30	51	12:00	49	18:00	50	50
DIA 18	07:29	52	11:59	53	18:02	51	52
DIA 19	07:30	52	11:49	54	18:03	53	53
DIA 20	07:30	62	12:09	59	18:03	63	61
DIA 21	07:36	61	12:06	60	17:55	58	60

Semelhantemente à temperatura, é possível notar variações entre os valores reais e ideais de umidade, como apresentado no *Gráfico 7*:

**Gráfico 7 – Umidade do 1º ao 19º dia**

Nos últimos dias do processo, a umidade deveria subir à medida que a temperatura interna diminuísse dentro do protótipo. Apresenta-se no *Gráfico 8*, os registros de umidade dos últimos dois dias.



**Gráfico 8 – Umidades dos últimos dias**

Logo, houve uma variação discrepante nos três períodos durante os últimos dias, porém, próximos à média. Se for observada a média geral do processo, apesar das variações, percebe-se que as linhas se mantiveram na faixa entre os valores mínimos e máximos, como demonstrado no *Gráfico 9*.



**Gráfico 9 - Umidade média do ciclo completo**

## 5 CONCLUSÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo o desenvolvimento de uma chocadeira automatizada de baixo custo. Para isso, utilizou-se materiais de com custo reduzido obtendo, assim uma chocadeira com valor inferior aos encontrados no mercado, atendendo a um dos pontos propostos.

No que se refere à eficiência do protótipo, algumas observações devem ser pontuadas: a capacidade do protótipo foi afetada pelo baixo torque do servomotor, sendo necessário reduzir a quantidade de ovos. Para superar essa limitação, propõe-se a implementação de um servomotor com o torque maior, ou a substituição do servomotor por um motor de passo.

Referindo-se às variações de temperaturas e umidades, notou-se que esse fato se devia ao tempo de resfriamento/aquecimento da resistência após o comando do Arduino, controlados pelos estados *on-off*. Apesar de não trazer grande influência na eficácia geral, os dois ovos que não eclodiram, estavam no centro da chocadeira. Isso levou a conclusão que foram justamente os ovos que mais sofreram com as variações de temperatura e umidade por tempo inapropriado. Para a correção deste fator, propõe-se a utilização de um controle PID no processo, substituindo o controle *on-off*.

É possível também observar nos gráficos de temperatura, uma variação de acordo com o período. O comportamento das linhas dependia do período no dia e, portanto, os testes mostraram que a temperatura externa influenciou os sensores. Porém, não se pode dizer que as mesmas influenciaram diretamente no processo de choco, visto que as linhas gerais se mantiveram dentro da média preestabelecida no programa. Notou-se que essa influência, apesar da estrutura ser de isopor, se deu possivelmente ao fato de a estrutura não estar bem vedada.

Para a incubação, foram utilizados 25 ovos e, após a miragem no ovoscópio, um ovo estava choco (não estava galado) e sem condições de reprodução, restando, assim, 24 ovos para. Ao final do processo (21 dias), 21 pintos nasceram e sobreviveram, 1 pinto morreu logo após descascar e outros 2 não eclodiram. No último dia encubação, alguns ovos começaram a trincar, como o esperado, embora outros não.

Quando os pintos começaram a sair da casca, eram retirados da chocadeira e colados numa caixa aquecida. Alguns deles demoraram aproximadamente de 4 horas a mais do que o ciclo para descansar. Nesse tempo a mais, a chocadeira foi religada manualmente.

É possível realizar as correções sugeridas para que sua capacidade e eficácia sejam mantidas ao máximo, com acréscimos no valor final, mantendo-a ainda abaixo dos valores de mercado. Conclui-se, portanto que o protótipo atendeu às expectativas, resultando em uma chocadeira de baixo custo e com um índice de eficácia elevado.



## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Renato dos Santos. et al. **Capacitação em Avicultura Alternativa para os produtores do projeto PAIS no Cariri Paraibano**. Cadernos de Agroecologia, 2013. ISSN 2236-7934. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/14588>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.
  
- NETO, Raul da Rocha Bezerra; OLIVEIRA, Letícia Sousa; SILVA, Matheus Morais da Rocha e. **Chocadeira Automatizada**. Mostra Nacional de Robótica, 2015. Disponível em: <<http://200.145.27.212/MNR/mostravirtual/interna.php?id=11214>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.
  
- RIBEIRO, L. R. de C. (2005). **A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): Uma Implementação na Educação em Engenharia na Voz dos Atores**. Disponível em <[http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde\\_arquivos/8/TDE-2005-05-16T12:29:32Z-668/Publico/TeseLRRCR.pdf](http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/8/TDE-2005-05-16T12:29:32Z-668/Publico/TeseLRRCR.pdf)>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.
  
- A INCUBAÇÃO. **Mil Flores**. Disponível em: <<https://millefleurs.weebly.com/incubaccedilatildeo.html>>. Acesso em: 15 de Março de 2020.
  
- ANIMAIS E CRIAÇÕES. **Embrapa**. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/contando-ciencia/animais-e-criacoes/-/asset\\_publisher/jzCoSDOAGLc4/content/como-nascem-os-pintinhos-/1355746?inheritRedirect=false](https://www.embrapa.br/contando-ciencia/animais-e-criacoes/-/asset_publisher/jzCoSDOAGLc4/content/como-nascem-os-pintinhos-/1355746?inheritRedirect=false)>. Acesso em: 30 de março de 2020.
  
- RIBEIRO, Igor Souza; SOUZA, Murilo Silva; NOVAES, Guilherme Montes; NAZARÉ, Tiago Bitencourt; **A plataforma arduino: princípios de funcionamento e**

- demonstração prática com um controlador de ventiladores.** VII Congresso brasileiro de engenharia de produção, 2017. Disponível em: <http://www.aprepro.org.br/combrepro/2017/down.php?id=3389&q=1>. Acesso em: 30 de março de 2020.
- SOUZA, Fábio. **Arduino – Primeiros Passos**. 06/11/2013. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino/>. Acesso em: 30 de março de 2020.
  - MARTINAZZO, C. A.; TRENTIN, D. S.; FERRARI, D.; PIAIA, M. M.; **Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. Perspectiva, Erechim**. v. 38, n.143, p. 21-30, setembro/2014. Disponível em: [http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143\\_430.pdf](http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143_430.pdf). Acesso em: 31 de março de 2020.
  - WENDLING, Marcelo. **SENSORES**. Universidade estadual paulista. Disponível em: <https://www.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>. Acesso em: 01 de abril de 2020.
  - SERVO MOTOR. **feis.unesp.br**, 2013. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/aula-4---servo-motor-13-03-2013-final.pdf>. Acesso em 13 de abril de 2020.
  - Protótipo chocadeira automatizada microcontrolada. III Simpósio de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB | João Pessoa - PB, 27 a 29 de novembro de 2019. Editora IFPB, 1.690 p. : il. E-book (pdf). ISBN 978.85.87572-01-7. Página 246.

- Controlador PID (Proporcional-Integral-Derivativo) - Parte 3. **Labdegaragem.com**, 2012. Disponível em: <<http://labdegaragem.com/profiles/blogs/artigo-controlador-pid-proporcional-integral-derivativo-parte-3>>. Acesso em 21 de novembro de 2020.
- Projeto chocadeira arduino EGG. **usainfo.com.br**, 2020. Disponível em <<https://www.usainfo.com.br/blog/projeto-chocadeira-arduino-egg-incubadora-autonoma-para-ovos-de-galinha/>>. Acesso em 21 de novembro de 2020.
- Mostrando a temperatura no LCD 16x2 com o sensor DHT11. **filipeflop.com**, 2014. Disponível em < <https://www.filipeflop.com/blog/mostrando-informacoes-de-temperatura-no-lcd-16x2-com-o-sensor-dht11/>>. Acesso em 21 de novembro de 2020.
- Considerações técnicas sobre a incubação de ovos de galinhas. **infoteca.cnptia.embrapa.br**. 2019. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117323/1/Doc261AINFO0412201922.pdf>>. Acesso em 21 de novembro de 2020.
- Mostrando a temperatura no LCD 16x2 com o sensor DHT11. **www.filipeflop.com**. 2014. Disponível em < <https://www.filipeflop.com/blog/mostrando-informacoes-de-temperatura-no-lcd-16x2-com-o-sensor-dht11/>>. Acesso em 01 de dezembro de 2020.

**APÊNDICE A – IMAGENS DAS AVES****Figura 25 - Caixa pós nascimento (primeiros nascidos)****Figura 26 - Últimos nascidos (22º dia)**

**Figura 27 - Último a eclodir e nascer (22º dia)**



## Documento Digitalizado Restrito

### Trabalho de conclusão de curso

**Assunto:** Trabalho de conclusão de curso  
**Assinado por:** Marcos Castro  
**Tipo do Documento:** Anexo  
**Situação:** Finalizado  
**Nível de Acesso:** Restrito  
**Hipótese Legal:** Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)  
**Tipo do Conferência:** Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marcos Antonio de Castro Amorim, ALUNO (2016110110083) DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL - CAJAZEIRAS**, em 02/09/2021 11:15:05.

Este documento foi armazenado no SUAP em 02/09/2021. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

**Código Verificador:** 315788  
**Código de Autenticação:** ee62358f90

