

## Chocadeira automática de baixo custo utilizando circuitos isolados

### Low cost automatic hatchery using isolated circuits

DOI:10.34117/bjdv8n11-020

Recebimento dos originais: 30/10/2022

Aceitação para publicação: 02/11/2022

#### **Filipe Fragoso de Abreu**

Graduado em Tecnologia em Automação Industrial

Instituição: Instituto Federal da Paraíba

Endereço: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis Cajazeiras – PB,  
CEP: 58900-000

E-mail: filipefragoso99@gmail.com

#### **Felype de Lucena Silva**

Graduado em Tecnologia em Automação Industrial

Instituição: Instituto Federal da Paraíba

Endereço: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis Cajazeiras – PB,  
CEP: 58900-000

E-mail: felype.lucena01@gmail.com

#### **Vinícios dos Santos Mangueira**

Graduado em Tecnologia em Automação Industrial

Instituição: Instituto Federal da Paraíba

Endereço: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis Cajazeiras – PB,  
CEP: 58900-000

E-mail: vinicios.mangueira2013@gmail.com

#### **Demakson Leite Filho**

Graduado em Tecnologia em Automação Industrial

Instituição: Instituto Federal da Paraíba

Endereço: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis Cajazeiras – PB,  
CEP: 58900-000

E-mail: demakson\_@hotmail.com

#### **Davi Lázaro Batista Feitosa**

Graduado em Tecnologia em Automação Industrial

Instituição: Instituto Federal da Paraíba

Endereço: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis Cajazeiras – PB,  
CEP: 58900-000

E-mail: davalazaro.db@gmail.com

#### **José Antônio de Andrade Neto**

Graduado em Tecnologia em Automação Industrial

Instituição: Instituto Federal da Paraíba

Endereço: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis Cajazeiras – PB,  
CEP: 58900-000

E-mail: zenetoandrad60@gmail.com

**Brenda Mayra da Silva Pereira**

Graduado em Tecnologia em Automação Industrial

Instituição: Instituto Federal da Paraíba

Endereço: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis Cajazeiras – PB,

CEP: 58900-000

E-mail: [brenda.mayra@academico.ifpb.edu.br](mailto:brenda.mayra@academico.ifpb.edu.br)

**Matheus Moreira Dantas**

Graduado em Tecnologia em Automação Industrial

Instituição: Instituto Federal da Paraíba

Endereço: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis Cajazeiras – PB,

CEP: 58900-000

E-mail: [mddantas1409@gmail.com](mailto:mddantas1409@gmail.com)

**RESUMO**

O setor avícola representa uma parcela significativa da produção mundial de alimentos e vêm apresentando sinais de crescimento ano após ano, devido à demanda incessante da busca por itens de subsistência. No entanto, os avicultores ainda possuem granjas com baixo uso de tecnologias atuais e dispõem de informações bastante limitadas para alcançar maior eficiência. Logo, o presente trabalho relata o desenvolvimento e implantação de uma chocadeira automática, utilizada para incubação de ovos de aves de criação na zona rural. O objetivo da atividade foi prover uma tecnologia de incubação de ovos mais acessível aos produtores em detrimento das soluções disponibilizadas no mercado. Para tal, foi pensado em equipamentos e materiais de baixo custo para que as despesas finais com o projeto e o seu desenvolvimento não fossem elevadas, como também foram utilizadas técnicas de automação e controle a partir de circuitos separados entre si e que possibilitam aos pequenos produtores a utilização e manutenção de forma simplificada. Assim, o protótipo foi construído e analisado a partir de um período de testes referentes a uma incubação de 30 ovos durante 21 dias, gerando o total de 25 pintos. Na ocasião o protótipo ficou ativo durante todo o período, onde foram coletados dados de temperatura e umidade. Ao fim do trabalho, pôde-se constatar que o protótipo atingiu os objetivos propostos, respondendo oportunamente às perturbações e testes realizados obtendo resultados satisfatórios.

**Palavras-chave:** chocadeira, automação, eletricidade.

**ABSTRACT**

The poultry sector represents a significant portion of the world food production and has been showing signs of growth year after year, due to the incessant demand of the search for subsistence items. However, poultry farmers still have farms with low use of current technologies and have very limited information to achieve greater efficiency. Therefore, the present work reports the development and implementation of an automatic incubator, used for hatching poultry eggs in rural areas. The objective of the activity was to provide an egg incubation technology that is more accessible to producers at the expense of solutions available on the market. To this end, low-cost equipment and materials were thought of so that the final expenses with the project and its development were not high, as well as automation and control techniques from separate circuits that allow small producers to simplified use and maintenance. Thus, the prototype was built and analyzed from a period of tests referring to an incubation of 30 eggs for 21 days, generating a total of 25 chicks. At the time, the prototype was active throughout the period, where

temperature and humidity data were collected. At the end of the work, it was possible to verify that the prototype reached the proposed objectives, responding opportunely to the disturbances and tests carried out, obtaining satisfactory results.

**Keywords:** incubator, automation, electricity.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor avícola representa uma parcela significativa da produção mundial de alimentos e quem vêm apresentando sinais de crescimento ano após ano, devido à demanda incessante da busca por itens de subsistência. No Brasil, este crescimento deve-se tanto por demandas internas, já que alimentos como carne de frango e principalmente ovos fazem parte da alimentação diária do brasileiro, bem como, demandas externas, tendo o nosso país ocupado o sétimo lugar dentre os maiores exportadores de carne de frango do mundo e a sexta posição dentre os maiores produtores de ovos (LUCAS, 2022).

Todo setor de alimentos possui um controle rigoroso de qualidade, tanto para manter a integridade do produto final, tendo em vista que o mesmo será consumido por humanos, quanto para o desenvolvimento de novas tecnologias que auxiliem a produção, proporcionando eficiência desde o melhoramento genético das espécies de aves para criação e posteriormente o abate até o empacotamento final dos produtos em uma linha de produção. Estas tecnologias tendem por muitas vezes a serem caras e de difícil implementação, como o caso da utilização de incubadoras automáticas para a procriação em massa de aves, devido ao elevado valor financeiro agregado que promove a restrição da utilização das mesmas a um seleto grupo composto em sua maioria por grandes produtores avícolas.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento de um protótipo de chocadeira de baixo custo que apresente as características básicas de funcionamento para a mesma ser empregada por pequenos produtores, contando com itens adicionais que facilitam o manuseio e sua operação. Com isso pretende-se obter uma alternativa economicamente viável em detrimento das incubadoras profissionais, e que se firme como uma alternativa segura e eficaz perante as mesmas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo em torno do estado da arte da presente temática, possibilita a agregação de conhecimentos de grandiosa importância no engrandecimento do trabalho. Com base

nesta afirmação o presente capítulo favorece a composição de uma pesquisa sólida e sustentável em relação às informações e conceitos técnicos, no intuito de configurar uma pesquisa confiável e de relevância para a sociedade.

## 2.1 TECNOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

No Brasil, a produção avícola tem apresentado um crescimento constante ano após ano. Em paralelo, a produção de ovos também segue em alta e já faz parte da alimentação diária de muitos brasileiros. A aceitação universal por quase todas as culturas e religiões é um fator que explica a prosperidade da avicultura (CONNOLLY, 2022).

Mas para chegar no atual cenário, a avicultura percorreu um longo percurso até os dias atuais. É uma das principais aves responsáveis pelo atual avanço, o frango, não possui uma data exata de sua chegada, mas estima-se que tenha sido por volta de 1503, no Rio de Janeiro, pela embarcação comandada por Gonçalo Coelho. O que mais tarde, por volta de 1860 em Minas Gerais, teve sua produção elevada ao patamar comercial, surgindo assim os galináceos. No entanto, a capacidade era bem distante das granjas que são usadas atualmente. As aves (crioulas ou galinhas caipiras) tinham seu desenvolvimento constituído de forma campestre, ou seja, os animais viviam soltos em terrenos e demoravam vários meses para atingir o peso de abate. Porém, com o passar dos anos a produção se modernizou e a partir da década de 30, ganhou escalas maiores devido a necessidade de abastecer os mercados cada vez mais consumidores na época. Posteriormente, por volta dos anos 50, a avicultura brasileira iniciou uma modernização e evoluiu com os avanços gerados pela melhora da genética e nutrição, fabricação das vacinas e equipamentos específicos e o surgimento de grandes agroindústrias avícolas nacionais. Atualmente os frangos passam pelo processo de abate com peso médio de 2,4 quilos e com cerca de 37 dias de idade (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2022).

Dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) apontam que, em 2021, o setor avícola produziu 14,3 milhões de toneladas de carne de frango e 54 milhões de ovos, um recorde, tendo em vista os desafios enfrentados em mais um ano de pandemia, a indústria de proteína aviária registrou avanços significativos. Outras informações que evidenciam o crescimento, foram disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que mostram que em 2020 o país já registrava o primeiro lugar mundial de exportador, com 4,231 milhões de toneladas exportadas, além de um terceiro lugar na produção anual com 13,845 milhões de

toneladas produzidas, representando um aumento de 4,53% frente ao ano anterior, o que mostra a evolução ano após ano (BRASIL, 2022).

Todavia, mesmo com os seguidos números positivos concretos e sendo uma das proteínas mais eficientes do mundo em relação ao ganho de peso por tempo, os avicultores ainda possuem informações bastante limitadas para administrar suas granjas com maior eficiência. As genéticas mais avançadas, já possibilitam produzir 1 kg de frango vivo, com a quantidade de 1 kg de ração, entretanto, o criador de aves brasileiro, gasta cerca de 40% a mais de ração para 1 kg de frango vivo.

A melhora do rendimento do setor avícola passa por alguns pontos importantes e de destaque, como: seleção de ovos de alta qualidade, incubação com controle de variáveis, acompanhamento do peso em tempo real e individual para cada ave, análises sob os níveis de estresse, o conforto térmico e parâmetros de qualidade do ar, bem como o monitoramento para identificar uma doença ou detectar aves doentes, entre outros (CONNOLLY, 2022).

Essas vertentes para evoluir o rendimento da atividade tendem a possibilitar ao criador sobreviver na atividade avícola e principalmente para aumentar as receitas. A aplicação de tecnologia necessita de maiores investimentos e uma das principais barreiras destes produtores advém da busca constante por minimizar os custos e maximizar a produção (ANDRADE et al., 2019). Visando contribuir para se alcançar tal objetivo com a produção de frangos, grande parte dos produtores geralmente empregam o uso de chocadeiras para obterem os filhotes de galinha (MATTOS et al., 2018). No entanto, a compra de uma incubadora de ovos comercial pode representar um investimento muito alto para o pequeno produtor (PERALTA et al., 2013).

Daí surge a necessidade de disseminar tecnologias que possam reduzir os custos e diversificar as funções das chocadeiras, de maneira que o criador possa obter esses equipamentos de maneira mais acessível e com segurança, tendo em vista que muitos produtores ainda utilizam as formas tradicionais a partir da avicultura nativa, ou seja, as aves são produzidas de forma natural e por consequência é obtido menos eficiência na fertilidade, natalidade e produtividade (NOGUEIRA et al., 2019).

## 2.2 ALGUNS TRABALHOS REFERÊNCIAS

Com o avanço da tecnologia uma gama de propostas de chocadeiras automáticas foram concebidos e servem como alicerce para a evolução das pesquisas, bem como base

para outros trabalhos semelhantes. Logo, para a estruturação deste projeto algumas referências foram utilizadas com esse propósito, como o desenvolvido por (NOGUEIRA et al., 2019), que basicamente foi a construção de um protótipo de uma chocadeira automatizada com a utilização de materiais de baixo custo, com a finalidade de obter uma solução rentável para pequenos produtores e com o mínimo possível de interação humana. Ao término do trabalho, o autor ressalta que o equipamento atende os objetivos propostos de manter a temperatura estável, custando abaixo do preço de mercado de instrumentos similares.

Já o trabalho de (PERLIN et al., 2019) propõe um sistema de automação e controle de uma chocadeira de baixo custo com o desígnio de que pequenos criadores usufruam dos benefícios da IoT. O trabalho visa construir uma chocadeira comercial de baixo custo, com o diferencial de automatizar os processos manuais e proporcionar um sistema de monitoramento, visualização e controle por meio de um dispositivo móvel. Ao implantar o conjunto proposto, dois experimentos reais foram conduzidos considerando diferentes parâmetros de configuração. Os resultados obtidos mostram a eficiência do sistema proposto ao proporcionar taxas de eclosão de até 81,25% para um total de 16 ovos chocados.

Outra pesquisa interessante foi promovida por (AMORIM, 2021) que teve o propósito de edificar uma chocadeira com materiais acessíveis e que resultasse em parâmetros iguais ou aproximados aos das chocadeiras automatizadas disponíveis no mercado, gerando uma oportunidade de propiciar um equipamento de menor custo de aquisição para os produtores. O custo final da construção foi de R\$156,48 (cento e cinquenta e seis reais e quarenta e oito centavos), com sua concepção a partir de materiais acessíveis e de baixo custo, como também mostrou uma eficiência de 88% na eclosão dos ovos, comprovando ser um rendimento aceitável dentro dos padrões de mercado.

Por fim, o trabalho confeccionado por (ALMEIDA, 2018) objetivou modernizar uma chocadeira comercial com a adição de dispositivos, como: arduino, sensor de som, módulo gsm sim900, sensor dht-11, módulo micro cartão SD, entre outros. Ao término das modificações, pode-se considerar uma regularização na eclosão dos ovos, uma vez que não foi necessário abrir a chocadeira durante o período de incubação e foi possível monitorar a temperatura e umidade, como também foi instalado um sistema de proteção que desabilita os motores de rolagem dos ovos ao reconhecer o som da ave recém nascida.

A melhoria implantada se mostrou eficiente, uma vez que obteve-se um aumento do percentual de ovos eclodidos.

### 3 METODOLOGIA

Para o avanço da pesquisa, a seleção de equipamentos e materiais apropriados, bem como a utilização de procedimentos e métodos congruentes, favorecem o progresso eficiente do protótipo proposto. Assim, o atual capítulo aborda as especificações dos componentes e processos utilizados para o desenvolvimento prático do projeto formulado.

#### 3.1 COMPONENTES ELÉTRICOS E MECÂNICOS

##### 3.1.1 Resistência elétrica

Para que ocorra o processo de incubação, é necessário que seja realizado o aquecimento dos ovos de maneira a simular o processo natural em que a galinha aquece os ovos, então, o controle adequado dessa variável propicia o desenvolvimento saudável do embrião, logo para o presente projeto utiliza uma resistência elétrica, conforme figura 1, que devido seu princípio de funcionamento possibilita o aquecimento. Algumas especificações deste componente são listadas no quadro 1 mais abaixo.

Figura 1 - Resistência elétrica



Fonte: Autoria própria, 2022.

Quadro 1 - Especificações da Resistência elétrica

Nome técnico: Resistência elétrica	Tensão de operação: 220V
Material: Níquel Cromo	Potência: 150w

Fonte: mercadolivre.com

### 3.1.2 Microventilador Cooler

Para que todos os ovos recebam o calor gerado pela resistência de maneira mais uniforme é interessante a aplicação de elementos que possam realizar tal função. Logo, foi utilizado o Microventilador Cooler, conforme figura 2, equipamento que apresenta desempenho interessante para a sua utilização em chocadeiras de pequeno porte, conforme especificações no quadro 2.

Figura 2 - Microventilador Cooler



Fonte: Autoria própria, 2022

Quadro 2 - Especificações do

Nome técnico: Microventilador Cooler	Tensão de operação: 12V
Tamanho: 80mm x 80mm x 25mm	Corrente: 0,14A (140ma)
Velocidade: 2600 RPM	Ruído: Menor que 29,2db

Fonte:mercadolivre.com

### 3.1.3 Termohigrômetro

Assim como mensurar a temperatura, a umidade também é de grande importância no processo de incubação dos ovos, uma vez que os embriões precisam de uma determinada quantidade de água no ar, para que possam evoluir. Assim, para verificar a umidade de forma automática foi utilizado o Termohigrômetro digital, aparelho que funciona basicamente aferindo a umidade e temperatura e exibindo em um display próprio, figura 3. Suas principais características estão listadas no quadro 3.



Figura 3 - Termohigrômetro digital



Fonte: Autoria própria, 2022.

Quadro 3 - Especificações do Termohigrômetro digital

Nome técnico: Termohigrômetro digital	Tensão de operação: 3V
Faixa de medição de temp.: (-50 ~ 70) °C	Precisão da temperatura: +-1%
Faixa de medição umidade: 10%-99% UR	Precisão de umidade: +- 5%

Fonte:mercadolivre.com

### 3.1.4 Módulo relé com temporizador

Para o adequado desenvolvimento do embrião, a viragem frequente dos ovos é necessária pelo fato de que com o movimento do ovo, bolsas de ar internas se movem e oxigenam todo o interior, favorecendo a respiração do futuro filhote. Assim, para promover a viragem dos ovos no tempo certo, o presente trabalho utiliza o Módulo relé com temporizador, figura 4, que basicamente monitora o intervalo de tempo, atuando de acordo com a programação pré-estabelecida. As principais especificações deste componente são descritas mais abaixo, conforme quadro 4.

Figura 4 - Módulo relé temporizado



Fonte: Autoria própria, 2022.

Quadro 4 - Especificações do Módulo relé temporizado

Nome técnico: Módulo relé com temporizador	Tensão de operação: 6 a 30VDC;
Saídas: Contato reversível NA (normal aberto), NF (normal fechado), C (comum);	Corrente por canal: até 10A;
Tempo de ajuste: 0,1 a 99,9 segundos, 1 a 999 segundos e 1 a 999 minutos;	Sistema de disparo através de Relé

Fonte:mercadolivre.com

### 3.1.5 Motor de rolagem

Conforme citado no texto, a viragem dos ovos é de grande importância. Para realizar essa função é utilizado o Motor Síncrono AC, figura 5, que atua segundo as características descritas no quadro 5.

Figura 5 - Motor síncrono AC



Fonte: Aatoria própria, 2022.

Quadro 5 - Especificações do

Nome técnico: Motor Síncrono AC	Tensão de operação: 220v
Frequência mín/máx: (50/60) Hz	Velocidade mín/máx de rotação: (5/6) rpm
Material: Metal	Potência: 4 W

Fonte:mercadolivre.com

### 3.1.6 Controlador de temperatura

Conforme já destacado no texto, o controle da temperatura é fator primordial para a evolução do processo de incubação. Logo para atuar regulando esse parâmetro foi utilizado o Controlador de temperatura digital, figura 6, que possibilita ser programado com a faixa de temperatura ideal para atuação, onde basicamente ele irá ligar e desligar a resistência elétrica seguindo o princípio de um controle on-off. Suas principais especificações são listadas logo a seguir, no quadro 6.

Figura 6 - Controlador de temperatura digital



Fonte: Autoria própria, 2022.

Quadro 6 - Especificações do Controlador de temperatura

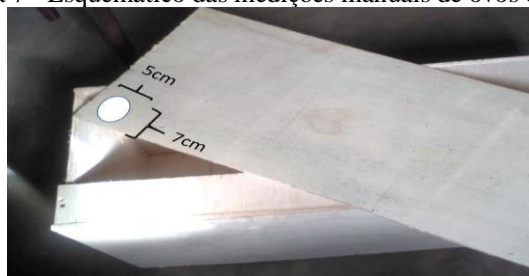
Nome técnico: Controlador de temperatura digital	Fonte de alimentação: 110V - 220V
Faixa de medição e controle de temperatura: -50°C ~ 110°C	Potência máxima da carga: 1500w
Precisão do controle de temperatura: 0.1° C	Medição de entrada: Sonda impermeável ntc10k 1, 1 metro à prova d'água

Fonte:mercadolivre.com

### 3.2 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

A execução prática do projeto teve início a partir da confecção da sua estrutura física, onde foi utilizado tábuas de madeirite<sup>1</sup>, de modo que a estrutura teve suas dimensões estipuladas conforme medições manuais de ovos caipiras de galinha que resultaram em uma média de 7 cm de comprimento e 5 cm de largura, com uma folga de aproximadamente 0,5 cm conforme figura 7, possibilitando traçar os comprimentos das tábuas de forma a obter capacidade para 50 ovos.

Figura 7 - Esquemático das medições manuais de ovos caipiras



Fonte: Autoria própria, 2022.

<sup>1</sup>Madeirite é uma chapa de madeira que é composta por finas camadas de madeira compensada unidas por cola branca, de modo que as fibras se cruzem. Esse tipo de madeirite é muito funcional, por isso é largamente utilizado na construção civil para fazer barracas, alojamentos temporários, e canteiros de obra. (<http://www.pontilhaomadeiras.com.br/blog/item/122-madeirite-resinado>)

A estrutura foi toda montada a partir do uso de parafusos e arame liso. Internamente foram instalados os equipamentos e os circuitos elétricos que compõem a chocadeira, como: o microventilador para disseminar o calor, a resistência para aquecer, a grade de rolagem dos ovos e também um circuito de uma lâmpada para melhor visualização interna, conforme figura 8. Além disso, o protótipo foi projetado com um espaço destinado a receber um reservatório de água, que é responsável por fornecer umidade aos ovos.

Figura 8 - Parte interna do protótipo



Fonte: Autoria própria, 2022.

Na parte externa foram instalados o controlador de temperatura e o relé temporizador, além da instalação do motor para a rolagem dos ovos. Por fim foi confeccionado uma porta com uma janela de vidro para possibilitar visualização interna, de acordo com a figura 9, e uma abertura com um tampão para realizar a ovoscopia<sup>2</sup>, na parte superior da estrutura.

Figura 9 - Vista frontal do protótipo



Fonte: Autoria própria, 2022.

<sup>2</sup>Ovoscoopia é o estudo dos ovos através de uma luz, com a finalidade de identificar possíveis anomalias nos ovos antes e durante o período de incubação. CPT (Viçosa). *Ovoscoopia: você sabe o que é?* 2022. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-avicultura/artigos/ovoscopia-voce-sabe-o-que-e>. Acesso em: 17 jun. 2022.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após finalizar o processo de estudo e construção do protótipo proposto, o presente capítulo disponibiliza os resultados encontrados a partir dos testes práticos da atuação de toda a estrutura, como também possibilita a análise no que diz respeito ao desempenho de cada elemento constituinte.

### 4.1 CUSTOS DA CONSTRUÇÃO

Para adequar o trabalho ao segmento de baixo custo, materiais acessíveis e eficientes foram empregados no intuito de favorecer a construção de um produto de qualidade, segurança e de valor financeiro abaixo dos preços praticados no mercado. Logo em seguida uma análise em torno do valor financeiro dos materiais empregados, foi realizada uma estimativa do custo total do protótipo, incluindo a mão de obra estipulada em 30% do valor total dos materiais, que pode ser visualizado na tabela 1.

Tabela 1 - Valores dos materiais utilizados.

Itens	Quantidade	Valor unidade (R\$)	Valor total (R\$)
Madeirite	1,32 m <sup>2</sup>	42,92	57
Parafusos	55 unidades	0,15	8,25
Arame liso	3 m	0,2	0,6
Motor	1 unidade	39	39
Controlador de temp.	1 unidade	37	37
Relé com temporizador	1 unidade	27	27
Microventilador	1 unidade	9	9
Resistência elétrica	1 unidade	12	12
Botões	2 unidades	1,35	2,7
Termohigrometro	1 unidade	25	25
Fio	2 m	2	4
Soquete para lâmpada	1 unidade	7	7
Vidro	0,075 m <sup>2</sup>	49	3,67
Dobradiça	1 unidade	4	4
<b>Valor total + (30% do Valor total)</b>			<b>307,087</b>

Fonte: Autoria própria, 2022.

Também foi constituída uma pesquisa a título de comparação entre valores do presente protótipo com chocadeiras de características equivalentes disponíveis no mercado, de acordo com a tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Preços comerciais de chocadeiras automatizadas.

MARCA	CAPACIDADE (OVOS)	AUTOMÁTICA	VALOR (R\$)
Eclo	50	Sim	290
Agrochocadeiras	50	Sim	379
B&p	50	Sim	431
Ecloforte	50	Sim	389
GP Chocadeiras	50	Sim	599
Emychocadeiras	50	Sim	408
Eclopinto	60	Sim	441
Choc Mais	56	Sim	494
ChocaMax	70	Sim	689
Juli	70	Sim	889
Presente proposta	50	Sim	307

Fonte: Autoria própria, 2022.

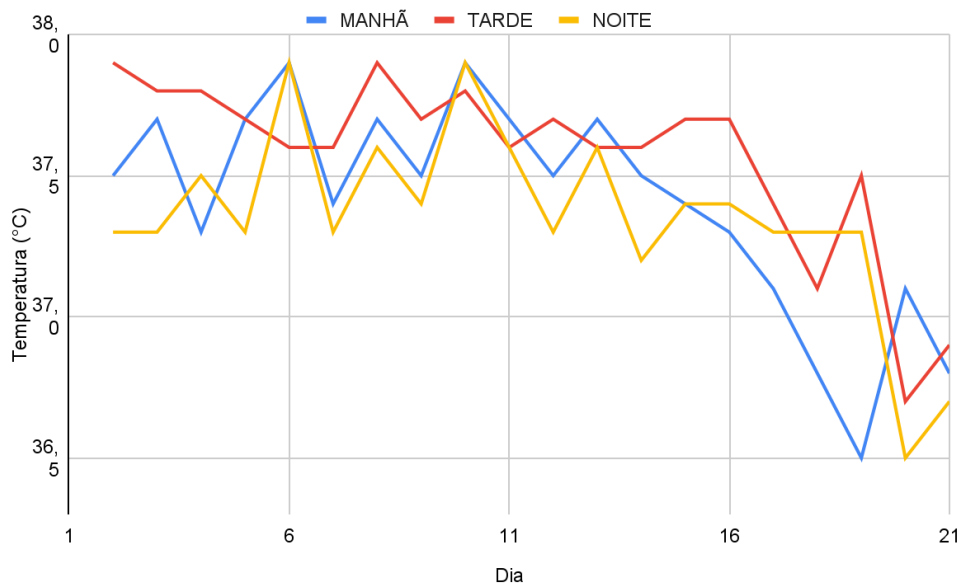
Posteriormente com a realização de observações, é possível destacar que o presente trabalho apresentou um equipamento com o segundo menor valor financeiro dentre os modelos listados, que dispõe de todas as principais ferramentas e características para promover uma produção de qualidade e com eficiência dentro da média dos modelos de chocadeiras comerciais. Além de ser construída de forma simplificada, é de fácil programação, o que gera facilidade para o pequeno produtor que em geral não possui aprendizado técnico para construir e programar equipamentos mais sofisticados.

## 4.2 PARÂMETROS MONITORADOS

### 4.2.1 Temperatura

Durante todo o processo a temperatura foi monitorada diariamente em três períodos (manhã, tarde e noite), possibilitando assim uma análise em torno do comportamento do equipamento em diferentes situações, como dias quentes, frios, ensolarados, chuvosos e momentos de temperatura amena. Assim, foi possível uma melhor visualização do comportamento da temperatura durante o turno manhã (azul), tarde (vermelho) e noite (amarelo), ao longo dos 21 dias de incubação, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1. Variação da temperatura durante manhã, tarde e noite.



Fonte: Autoria própria, 2022.

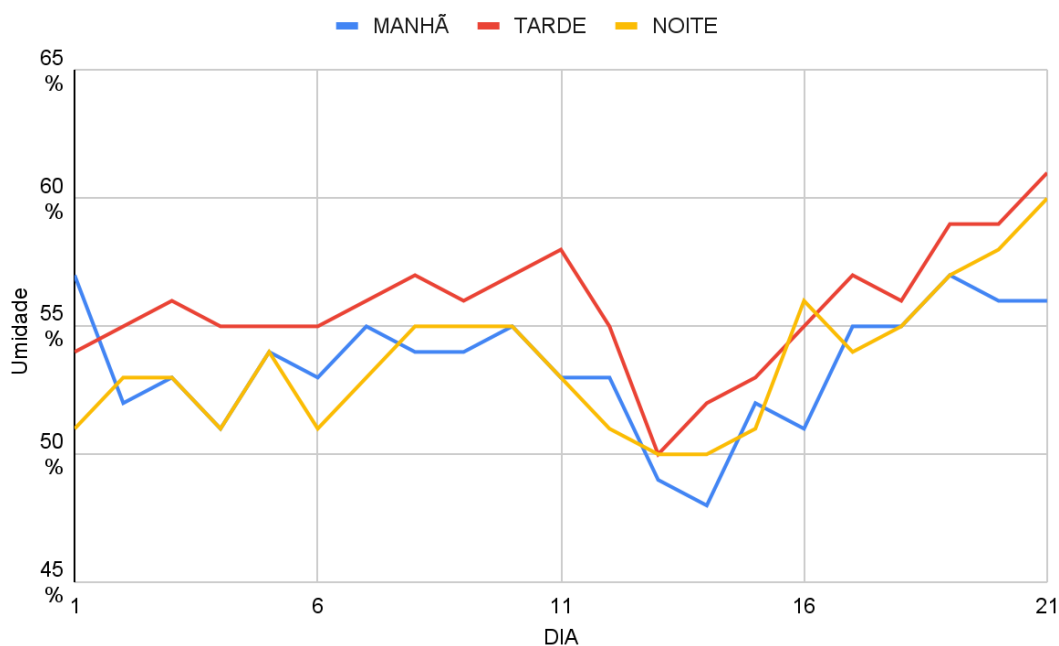
De acordo com (OLIVEIRA, 2016), a temperatura ideal para o melhor desenvolvimento do embrião deve variar entre 37,4 e 37,8 graus Celsius. Nota-se então que o protótipo foi capaz de manter valores bem próximos do ideal ao longo de todo o período, com algumas variações de cerca de meio grau Celsius para mais ou menos. Através destas informações é possível tomar providências que visam melhorar esse valores, a fim de atingir a temperatura alvo.

Nota-se também que média dos valores registrados nos primeiros dezoito dias apresenta uma temperatura um pouco mais elevada em relação aos dois últimos dias de chocagem, visto que foi programado uma redução do aquecimento nos dois últimos dias do processo de incubação para facilitar o aumento da umidificação do espaço interior do protótipo.

#### 4.2.2 Umidade relativa do ar

Assim como ocorreu com a temperatura, a umidade relativa do ar foi monitorada diariamente em três períodos (manhã, tarde e noite), possibilitando observar o seu comportamento em diferentes situações, conforme o Gráfico 2.

Gráfico 2. Variações dos níveis de umidade nos três principais períodos de cada dia.



Fonte: Aatoria própria, 2022.

A média dos valores registrados nos primeiros dezenove dias apresenta uma umidade mais baixa, seguindo o comportamento inverso da temperatura. Sendo um pouco mais elevada nos dois últimos dias de chocagem para facilitar o momento da eclosão. No entanto, ainda ficou abaixo do necessário, uma vez que, segundo xx, a umidade deve permanecer entre 65 e 70% nos últimos 3 dias. Pode ser observado também que durante o decorrer da incubação houve uma queda na umidade no interior da chocadeira, mais precisamente entre os dias 11 e 16, causado principalmente pela baixa quantidade de água nos reservatórios internos da chocadeira, que são responsáveis por fornecer umidade ao elemento.

#### 4.3 EFICIÊNCIA DO PROTÓTIPO

Após a confecção e a realização dos testes, foi possível verificar a eficiência do protótipo em relação aos ovos adicionados e ovos nascidos. Para isso, levou-se em consideração o teste realizado com a incubação de 30 ovos, conforme tabela 3.



Tabela 3 - Eficiência do protótipo

Capacidade total	50 ovos
Capacidade utilizada	60 % (30 ovos)
Embriões nascidos	25 ovos
Ovos estragados	3 ovos
Embriões mortos na casca	2
Total de ovos perdidos	5
Eficiência	83 %

Fonte: Autoria própria, 2022.

Tendo em vista que o protótipo possui capacidade para 50 ovos, a nível de teste foram adicionados 30 ovos, ou seja, 60% da capacidade máxima, no intuito de evitar grandes perdas em caso de falha do sistema. Logo com a verificação dos dados, é possível destacar que o protótipo apresentou uma eficiência em torno de 83%, ou seja, dentro dos padrões de chocadeiras do mercado. Vale ressaltar que durante o processo houve a perda de 5 ovos possivelmente devido aos problemas relacionados a umidade, que oscilou durante alguns dias e que ficou abaixo do patamar ideal durante o processo de eclosão, o que possivelmente tenha sido o principal motivo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegado ao fim do processo de pesquisa e elaboração do sistema em questão, é notório a averiguação de que os objetivos propostos foram alcançados, já que foi possível promover a incubação de ovos de galinha caipira a partir de um equipamento produzido com baixo investimento financeiro comparado com marcas tradicionais do mercado. Além do mais, o desenvolvimento do presente trabalho abre oportunidades para que cidadãos desprovidos de grandes conhecimentos em torno de programação, eletroeletrônica, entre outros, possam desenvolver seu próprio produto, tendo em vista a facilidade de construir o protótipo.

Dentre as principais vantagens, destaca-se o desempenho e facilidade na utilização, uma vez que a chocadeira respondeu satisfatoriamente às perturbações e testes realizados, já que os equipamentos trabalharam obedecendo a programação, oferecendo o suporte necessário para o desenvolvimento dos embriões de forma eficaz, como também se mostrou de fácil manuseio das partes mecânicas (porta, grade de rolagem e

reservatórios de água, ovoscópio, etc.) e também dos dispositivos eletroeletrônicos (controladores, lâmpada, chaves on-off, etc.).

Alguns problemas também foram observados ao longo dos testes, tais como: o baixo índice de umidade dentro do protótipo, suficiente para tornar dificultosa a eclosão de alguns ovos, como a umidade dentro do ambiente controlado depende do nível do reservatório interno, a mensuração de nível adequado de água nos mesmos é uma adição importante, facilitando a reposição quando necessário assim obtendo-se um nível de umidade mais próxima do ideal em seu interior. Em certas áreas da zona rural o fornecimento de energia elétrica muitas das vezes é falho, esta situação agrava-se principalmente em dias chuvosos e em áreas mais remotas, nestes casos existe uma certa necessidade da criação de um sistema de proteção em caso de falta de energia para evitar a perda dos embriões, para assim tentar amenizar o impacto da falta de energia elétrica que é infligido a produção.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. V. CORIOLANO, D. L. **Automação e monitoramento de uma chocadeira.** 2018.
- AMORIM, Marcos. **Chocadeira automatizada microcontrolada de baixo custo.** 2021.
- ANDRADE, J. C. et al. **Análise da relação entre quantidades e custos totais de produção de frango no estado do Ceará.** p. 48–75, 2019.
- PERLIN, R. et al. **Pequenos Produtores na Era da Internet das Coisas: Um Sistema para Automação e Controle de uma Chocadeira de Baixo Custo.** Revista de Informática Aplicada, Volume 15, Número 1, 2019.
- BRASIL. EMBRAPA. **Embrapa Suínos e Aves.** 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 27 maio 2022.
- CONNOLLY, Aidan. **Era digital: o futuro da tecnologia avícola.** 2022. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/artigos/era-digital-o-futuro-da-tecnologia-avicola>. Acesso em: 27 maio 2022.
- LUCAS, Adriano S.. **Top 10 maiores produtores de ovos do mundo .** 2022. Disponível em: <https://top10mais.org/top-10-maiores-produtores-de-ovos-do-mundo/>. Acesso em: 27 maio 2022.
- MATTOS, J. M. de et al. **Construção de chocadeira artesanal para fins comerciais ou consumo próprio.** Jornada Científica da UNESC, n. 1, 2018.
- NOGUEIRA et al. **Desenvolvimento de chocadeira de baixo custo para produtores rurais com Arduino.** 2019.
- OLIVEIRA, Andréa. **Temperatura ideal para incubar ovos de galinha.** Globo Rural. 2016. Disponível em: <https://www.portalagropecuaria.com.br/avicultura/temperatura-ideal-para-incubar-ovos-de-galinha>. Acesso em: 26 de junho de 2022.
- PERALTA, C. B. L. et al. **Processo de desenvolvimento de produto para uma incubadora de ovos.** In: . [S.l.: s.n.], 2013.
- PORTAL SÃO FRANCISCO (Brasil). **Dia da Avicultura.** 2022. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/calendario-comemorativo/dia-da-avicultura>. Acesso em: 27 maio 2022.