

## Pequenos Produtores na Era da Internet das Coisas: Um Sistema para Automação e Controle de uma Chocadeira de Baixo Custo

Rodrigo Perlin <sup>1</sup>, Uelinton Brezolin <sup>2</sup>, Luciano Candaten <sup>3</sup>, Francisco Airton Silva <sup>4</sup>, Ricardo Macedo <sup>5</sup>

### Resumo

Nos dias atuais, o advento da Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things* - IoT) têm vislumbrado que diferentes objetos (coisas) sejam equipados com interfaces de comunicação sem fio para proporcionar o desenvolvimento de serviços inovadores capazes aprimorar diferentes setores produtivos. Entretanto, os pequenos produtores desempenham um papel estratégico para o setor produção de carne de frango no cenário nacional e eles geralmente dependem de chocadeiras que operam por meio de diversos processos manuais para produzir seu plantel. Este artigo propõe um sistema de automação e controle de uma chocadeira de baixo custo para que pequenos produtores usufruam dos benefícios da IoT. O trabalho herda os benefícios dos trabalhos existentes para construir uma chocadeira comercial de baixo custo, mas possui um diferencial ao automatizar os processos manuais e proporcionar um sistema de monitoramento, visualização e controle da chocadeira por meio de um dispositivo móvel. Dois experimentos reais foram conduzidos ao implantar o sistema proposto considerando diferentes parâmetros de configuração. Os resultados obtidos mostram a eficiência do sistema proposto ao proporcionar taxas de eclosão de ovos de até 81,25%. Como trabalhos futuros espera-se realizar a transferência tecnológica deste sistema para comunidades agrícolas por meio de capacitações que os ensinem a usar o sistema.

**Palavras-chave:** Automação; Controle; Internet das Coisas; Chocadeira; Pequenos Produtores.

### Abstract

Nowadays, the advent of Internet of Things (IoT) has been glimpsed for different objects (things) are equipped with wireless interfaces to provide the development of innovative services capable of improving different productive sectors. However, the small farmers perform a strategic role for the national chicken meat scenario and generally they depend of eggs incubators that operate through several manual processes. This paper proposes a system of automation and control for a low cost eggs incubators to

---

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen - RS, E-mail: rodrigo\_perlin@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen - RS, E-mail: uelintonbrezolin@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen - RS,, E-mail: lucandaten@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal do Piauí, Picos - PI, E-mail: faps@ufpi.edu.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen - RS, E-mail: rmacedo@inf.ufsm.br

small farmers can enjoy benefits of IoT. The work inherits the benefits of existing work to build a low-cost craft egg incubator, but it has a differential by automating manual processes and providing a monitoring, viewing and control system for the brooder by means of a mobile device. Two real experiments were carried out when deploying the proposed system considering different configuration parameters. The results obtained showed that the system provides egg hatch rates up to 81,25%. As future work, it is expected to carry out the technological transfer of this system to agricultural communities through training that will teach them how to use the system.

**Keywords:** Automation; Control; Internet of Things; Egg incubator; Small farmers.

## 1 Introdução

Atualmente, com o surgimento da Internet das coisas (*Internet of Things* - IoT), se criou um novo horizonte de oportunidades e utilidades ao incorporar a diferentes objetivos (coisas) uma interface de comunicação sem fio e proporcionar novos tipos de serviços inovadores. (RAY, 2018). A IoT já está sendo utilizada em aplicações agrícolas, como em estufas com o propósito de monitorar as condições necessárias de temperatura e umidade (ALDAIR; RASHID; MOKAYEF, 2018). Nesse contexto de utilização de IoT no cenário rural uma outra aplicação seria para otimizar a produção de frangos, visto que em 2012, o estado do Rio Grande do Sul foi responsável por 18,5% de toda a exportação de carne de frango do país (MARKS et al., 2014). Entretanto, para o estado atingir esse percentual, a produção familiar desempenha um papel estratégico na exportação de frangos pois pesquisas revelam que a produção familiar é responsável por 88,7% da produção de frangos do estado (GRANDO, 2011).

No entanto, um dos principais desafios destes produtores consiste em minimizar os custos e maximizar a produção para aumentar o lucro da atividade avícola (ANDRADE et al., 2019). Para diminuir os custos com a produção de frangos, geralmente os pequenos agricultores empregam chocadeiras para obterem seus próprios pintinhos (MATTOS et al., 2018). Dessa forma, o produtor não necessita comprar o pinto, minimizando o custo inicial para aumentar seu plantel. Todavia, a aquisição de uma chocadeira comercial pode representar um investimento muito alto para o pequeno produtor (PERALTA et al., 2013). Portanto, emerge a necessidade do desenvolvimento de incubadoras de baixo custo para o pequeno produtor.

Na literatura existem muitas iniciativas de projetos de desenvolvimento de chocadeiras para melhorar o custo benefício. Porém, conforme Kabir e Abedin, investir na tecnologia de *mini-hatchery* é de extrema importância, já que há pequenos produtores interessa-

dos em adotar essa prática (KABIR; ABEDIN, 2018). Dentro das iniciativas, as principais abordagens estudadas são Souza *et al.* apresentaram um projeto de incubadora manual de baixo custo para eclodir ovos de diversas espécies com resultados similares com as chocadeiras comerciais (RURAL, 2016). Ashish *et al.* propuseram um dispositivo embutido de monitorando em tempo real para incubadoras neonatal, utilizando a IoT e *RaspberryPi 2* (ASHISH, 2017). Symon *et al.* apresentaram um sistema que usa do *Raspberry Pi* e se baseia na IoT (SYMON et al., 2017). O projeto foi criado para ser capaz de gravar vídeos, detectar movimentos e sons. Sanjaya *et al.* propuseram uma chocadeira automatizada para melhorar a reprodução de ovos de codorna utilizando a IoT e microcontroladores para possibilitar o agricultor monitorar a incubadora inteligente á distância (SANJAYA et al., 2018). Kyeremeh e Peprah apresentaram um projeto de incubadora aspirando incubar ovos de codorna japonesa com um custo baixo (KYEREMEH; PEPRAH, 2017). Tchimmoue *et al.* utilizaram matérias de baixo custo para fazer uma incubadora, com foco no controle de temperatura através de relés (TCHIMMOUE et al., 2016). Porém, o projeto aqui apresentado aborda o desenvolvimento de uma chocadeira automatizada, pois a medida que a tecnologia avança, técnicas cada vez mais manuais se transformam em processos automatizados (TOLENTINO et al., 2018). Além disso, salienta a importância do advento da IoT no setor da agricultura em geral como uma alternativa tecnológica (TZOUNIS et al., 2017). Assim seu funcionamento acontece por um sistema desenvolvido. Esse *software* tem função de gerenciar uma plataforma arduíno responsável por controlar três módulos. A proposta além de proporcionar um ganho na eficiência e monitoramento *web* aspira o custo abaixo para sua implementação e com a possibilidade de incubação diversos tipos de ovos.

Este artigo propõe um sistema de automação e controle de uma chocadeira de baixo custo para que pequenos produtores usufruam dos benefícios da IoT. A construção física da

chocadeira herda os benefícios dos projetos existentes, que visam construir um dispositivo usando materiais de baixo custo para o produtor. Todavia, diferentemente destes projetos, os processos manuais são automatizados por meio da plataforma arduino. Usando essa plataforma, será desenvolvido um sistema de três módulos, sendo eles, o monitoramento, o controle e a visualização. O módulo de monitoramento será realizado por meio de sensores de coleta da temperatura, ventilação e umidade do ar interna do dispositivo, pois estes fatores estão diretamente relacionados ao sucesso do processo. O módulo de controle fará uso dos dados de monitoramento para atuar no ambiente da chocadeira para ajustar as condições do ambiente interno, modificando a temperatura, proporcionando a entrada de ar e mudando a posição dos ovos, otimizando o processo e reduzindo o ônus do produtor. O módulo de visualização fornecerá dados para acompanhar o processo através de um *display* fixo no dispositivo e através de um sistema *web*. Através desta proposta, o custo físico da chocadeira permanece baixo e o ônus do processo é significativamente reduzido e a produção otimizada.

Este trabalho foi organizado da seguinte maneira. A Seção 2 apresenta trabalhos relacionados A Seção 3 detalha a proposta do sistema proposto. A Seção 4 apresenta o protótipo desenvolvido e seus resultados. Encerrando o artigo, são apresentadas as considerações finais e as referências empregadas.

## 2 Trabalhos relacionados

### 2.1 Incubadora Artesanal: Tecnologia para Subsistência Familiar

Souza *et al.* apresentaram um projeto de uma incubadora de baixo custo para suprir as carências de falta de técnicas na criação de galinhas caipiras e para aumentar a produção de pintainhos visando complementar a renda de pequenos produtores (RURAL, 2016). O diferencial deste projeto consistiu no emprego de materiais baratos para construção da incubadora, tais como o isopor, lâmpadas incandes-

centes e madeira de eucalipto. Os autores estimaram o custo de construção do dispositivo em R\$142,95.

A incubadora proposta é capaz de eclodir ovos de diversas espécies e apresenta uma taxa de eclosão muito próxima das chocadeiras comerciais. Por meio deste dispositivo, torna-se possível eclodir ovos de galinha, pata, codorniz, perua, gansa, faisoa, avestruz e pavão. Experimentos foram conduzidos usando 30 ovos e a taxa de fertilidade consistiu em 86,7%, muito similar às chocadeiras comerciais disponíveis no mercado. Entretanto, a chocadeira proposta necessita de diversos procedimentos manuais para sua correta operação, demandando em vários momentos a intervenção humana, que seria facilitado com um sistema automatizado conectado na internet para proporcionar o controle e monitoramento dessas tarefas.

### 2.2 Uma Incubadora Neonatal Inteligente Baseada na Internet das Coisas para Monitoramento da Temperatura

Ashish *et al.* propuseram um dispositivo embutido para monitorar em tempo real a temperatura interna de bebês recém nascidos em incubadoras neonatal (ASHISH, 2017). Este monitoramento permite a detecção de potenciais eventos maliciosos garantindo a segurança dos bebês. Além disto, o dispositivo explora recursos da Internet das Coisas para notificar as autoridades responsáveis de prováveis eventos maliciosos, permitindo assim a tomada de ações para intervir na incubadora e garantir a segurança no ambiente.

O dispositivo proposto era composto por um microcontrolador, sensores e atuadores. O sensor de temperatura LM35 foi usado para verificar se a temperatura encontrava-se entre 32,2°C e 36,5°C. Os atuadores empregados consistiram no emprego de um componente capaz de gerar um som de alerta e no envio de dados para um servidor *Web*. O microcontrolador é responsável por usar as informações coletadas pelos sensores e realizar ações por meio dos atuadores. O projeto apresentado previu o emprego de um microcontrolador

Arduíno equipado com um *shield Ethernet* ou o microcontrolador ESP2666 e um *Raspberry Pi 2*. Embora, apesar dos benefícios apresentados neste projeto, as técnicas aqui apresentadas não podem ser meramente aplicadas de forma integral no contexto das chocadeiras.

### 2.3 Projeto e Desenvolvimento de um Sistema Babá Inteligente Baseado no Raspberry Pi e na Câmera Pi

Symon *et al.* apresentaram sistema capaz de detectar movimentos do bebê e seus sons, especialmente quando o bebê está chorando (SYM-MON *et al.*, 2017). Nestas situações o sistema usa a câmera Pi para gravar essa situação e envia o vídeo aos pais, possibilitando assim uma análise do cenário atual por parte dos pais do bebê. O *software* é composto por diferentes componentes físicos atuando como sensores e atuadores e controladores. O sensor de movimento PIR é utilizado para capturar os movimentos do bebê e a câmera PI é usada para capturar seus movimentos. O controlador

usado em conjunto com o módulo B+ para permitir o controle total do sistema de hardware e o condensador MIC é empregado para detectar o choro do bebê.

Ainda que , apesar dos diversos benefícios deste sistema, o mesmo não pode ser empregado na íntegra para automatizar os processos de uma chocadeira. Para conseguir usufruir de benefícios similares aos alcançados neste projeto, um estudo mais aprofundado deveria ser conduzido para identificar quais sensores, atuadores e controladores poderiam melhor ajudar considerando os requisitos das chocadeiras de ovos.

### 2.4 O desenvolvimento duma incubadora inteligente de ovos de codorna para o sistema de incubação baseado no microcontrolador e *Internet of Things* (IoT)

Sanjaya *et al.* apresentaram o desenvolvimento de incubadora inteligente de ovos de codorna, o desenvolvimento do sistema foi possível graças ao um microcontrolador Arduíno (SANJAYA *et al.*, 2018). O microcon-

trolador tinha em seu funcionamento a responsabilidade de controlar a temperatura, umidade e reverter os ovos de codorna. Além disso, o projeto implementado faz uso de um sistema baseado na IoT para possibilitar ao agricultor monitorar á chocadeira sem estar presente no local. Os resultados apresentados foram que em 17 dias de incubação de um total de 490 ovos: 87,55% nasceram com sucesso e o restante nasceram com defeito, mortos ou não se reproduziram. Embora, esse o trabalho trás resultados relevantes em sua performance, o projeto proposto atende unicamente, uma variedade de ovo, ocasionando uma limitação do sistema.

### 2.5 Projeto e Construção de Incubadora de Ovos Baseada em Microcontrolador Arduíno

Kyeremeh e Peprah propuseram um projeto para desenvolver uma incubadora de baixo custo e eficiência energética (KYEREMEH; PEPRAH, 2017). O projeto tem como objetivo a incubação de ovos de codorna japoneses utilizando lâmpadas incandescentes como fonte de calor. O sistema foi construído para eclodir 14000 ovos de codorna e funciona por um microcontrolador Arduíno, responsável por controla os aquecedores, ventiladores e o mecanismo de girar as bandejas, que funcionam através de relés. Ainda que , o sistema deseja trazer uma alternativa com custo benéfico em foco, ele foca unicamente em uma variedade. Essa escolha acarreta ao usuário que deseja incubar outras variedades um maior custo pelo fato de ter que adquirir outra chocadeira para outras variedades.

### 2.6 Desenvolvimento de uma incubadora de ovos de aves automática baseada em Arduíno de forma econômica.

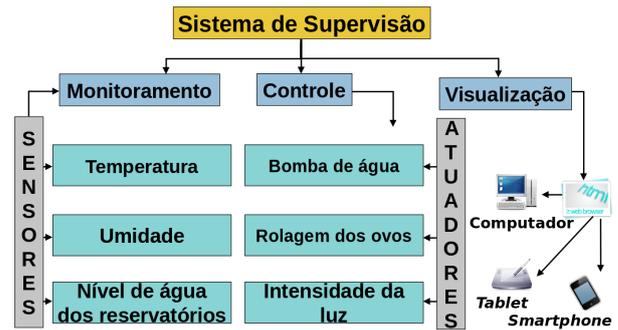
Tchimmoue *et al.* detalharam um projeto que foca em desenvolver uma incubadora com um custo de implementação muito baixo (TCHIMMOUE *et al.*, 2016). Visto que, sua construção consiste principalmente de sucata. Os resultados da primeira regulamentação apresentação uma faixa de temperatura de

37,5°C a 38°C e um intervalo de umidade relativa de 58% a 64%. Mesmo que, existe um ganho pela montagem física por utilizar matéria mais baratos, não foi apresentado resultados sobre eficiência de nascimento ou variedades dos ovos utilizados.

O prático de chocadeira comercial proposto neste trabalho propõe utilizar matérias reutilizáveis semelhante ao (TCHIMMOUE et al., 2016) e (RURAL, 2016). O processo de controle se semelha ao de (SANJAYA et al., 2018) e (KYEREMEH; PEPRAH, 2017), onde se utilizou uma plataforma Arduino para controlar o *software*, já para monitoramento e acesso ao sistema foi seguido os trabalhos de (ASHISH, 2017), (SYMON et al., 2017) e (SANJAYA et al., 2018) que utilizaram (IoT). Porém, nos trabalhos de (SYMON et al., 2017), (ASHISH, 2017) a incubação foi trabalhada em outro contexto e em (SANJAYA et al., 2018) e (KYEREMEH; PEPRAH, 2017), era limitada em poucas variedades de ovos. Nesta proposta um ponto diferencial além do custo baixo e variedade de ovos aceitos nas chocadeiras é o sistema de monitoramento desenvolvido. Esta abordagem apresenta um *software* de alto nível de controle e monitoramento *web* para o usuário. Isto permite o utilizador dispor de um produto de baixo custo, grande funcionalidade e que possibilita controle á distancia.

### 3 Sistema de Automação e Controle de uma Chocadeira Baixo Custo

Esta seção descreve o sistema proposto para automatizar e controlar uma chocadeira de baixo custo. Por meio deste sistema os pequenos produtores podem usufruir dos benefícios da IoT para minimizar o ônus agregado no processo de utilização de uma chocadeira. Este sistema segue três módulos, sendo eles, o *Monitoramento*, *Controle* e *Visualização*. A Figura 1, ilustra a arquitetura do sistema proposto.



**Figura 1:** Arquitetura do Sistema de Automação e Controle da Chocadeira Artesanal

O módulo de *Monitoramento* agrega as funcionalidades relacionadas com os diferentes tipos de sensores empregados para coletar dados essenciais para a operação correta da chocadeira. Mais precisamente, os sensores envolvidos neste módulo compreendem no sensor de temperatura, de umidade e do nível de água dos reservatórios. O emprego do sensor de temperatura torna possível mensurar as condições climáticas do ambiente interno da chocadeira, sendo este um fator chave para garantir a eclosão dos ovos. Ao monitorar a umidade, também torna-se importante para garantir a oxigenação interna da chocadeira. Para garantir a umidade interna, a chocadeira conta com reservatórios de água que precisam reabastecidos sempre que necessários, justificando a aplicabilidade do sensor de nível de reservatórios. As informações coletadas pelo módulo de *Monitoramento* são repassadas para o módulo de *Controle*.

No módulo de *Controle* são aplicadas medidas administrativas para alterar as configurações internas da chocadeira por meio do emprego de atuadores. Os atuadores consistem em dispositivos logicamente posicionados para influenciar nas características monitoradas pelo módulo anterior. Neste módulo, os atuadores desempenham tarefas relacionadas com a bomba de água, a rolagem dos ovos e com a intensidade da luz. O acionamento da bomba de água ocorre para reabastecer os reservatórios internos da chocadeira para garantir a umidade interna. As variações de intensidade da iluminação das lâmpadas incandescentes proveem o ajuste necessário para con-

trolar a temperatura ideal no ambiente interno da chocadeira.

Por meio do módulo de *Visualização*, os usuários do sistema conseguem utilizar o sistema para suas atividades fins, bem como acompanhar os procedimentos desempenhados pelos módulos de Monitoramento Controle. Este módulo provê uma interface amigável ao usuário capaz de ser acessada por meio de diferentes tipos de dispositivos, tais como computadores, *tablets* e *smartphones*. Através deste módulo que o usuário de fato usa o sistema, podendo cadastrar ciclos de incubação de diferentes tipos de aves e acompanhar detalhes específicos sobre os procedimentos desempenhados pelos módulos de Controle e Monitoramento, de modo que o usuário possa ser informado sobre os horários exatos que cada procedimento foi realizado.

#### 4 Experimentação

O sistema de automação e controle de uma chocadeira comercial foi desenvolvido e está sendo testado em uma chocadeira usada como protótipo, conforme ilustra a (Figura 2). O protótipo foi construído com materiais reutilizáveis como: madeiras, vidros e fios, além disso, foi adquirido sensores e atuadores. O sistema desenvolvido possui três módulos, sendo eles: monitoramento, visualização e controle.



**Figura 2:** Estrutura Física da Chocadeira

O módulo de monitoramento possui sen-

sores responsáveis de coletar informações de temperatura e a umidade do ar. Esses sensores são usados internamente na chocadeira. Um detalhe importante, que por esses dados coletados o pulverizador de água é ativado automaticamente para baixar a temperatura interna.

A visualização dos dados e as configurações são realizadas remotamente, por meio de um sistema *web*, que permite ao administrador do mesmo cadastrar usuários e ciclos das espécies de aves desejadas. No cadastro de ciclos são inseridas informações sobre as espécies, temperaturas máxima e mínima, umidade máxima e mínima, dias de incubação e rolagens. O usuário final acessa o sistema com o seu *login* e senha, podendo iniciar uma produção escolhendo o ciclo desejado. Automaticamente as informações são encaminhadas para o microcontrolador arduíno, iniciando a produção com as respectivas especificações, já que cada ciclo possui normas de incubação diferentes.

O módulo de controle compreende o controle da temperatura, umidade e da rolagem dos ovos. O controle da temperatura interna da chocadeira usa quatro lâmpadas incandescentes, seguido de um sensor DHT11 de temperatura e umidade, e um módulo *Dimmer/PicMC-8A* com sinal zero *cross*, podendo baixar e aumentar a luminosidade das lâmpadas para manter a temperatura interna estipulada pelo administrador do sistema. O controle da umidade emprega um reservatório de água dentro da chocadeira, ligado a uma mini-bomba de água de 12V - RS-385, sendo controlada por um sensor de nível de água, que aciona a bomba de água por meio do módulo de relé *Optocoupler Trigger 5V*, interligado ao Arduino. Este acionamento acontece toda vez que o nível de água estiver baixo.

No controle de rolagem utilizou-se um servo motor de micro-ondas 6RPM 220V, seguido de um módulo de relé *Optocoupler Trigger 5V* ligado ao Arduino, permitindo definir a hora exata para efetuar a rolagem. O motor de micro-ondas é bastante eficiente para fazer a rolagem dos ovos, além de ser um material que está sendo reutilizado. Como pode ser verificado na Figura 3.



**Figura 3:** Motor de Microondas

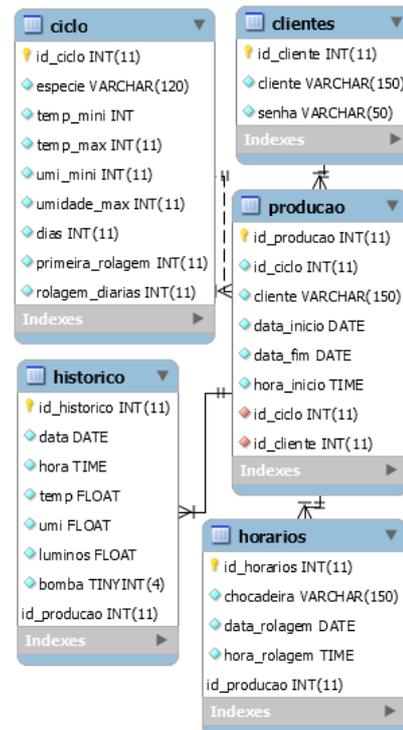
O módulo de visualização fornece duas opções: 1) visualizar a temperatura e umidade em tempo real, por meio de um *display LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 Backlight Azul*. Conforme apresentada na figura Figura 4. Este dispositivo é fixado na própria chocadeira; 2) acessar remotamente (*interface web*), visualizando os dados (temperatura e umidade) em tempo real, acrescentado os dias que os ovos estão incubados e quantos dias faltam para terminar o determinado ciclo. Ao final de cada ciclo o usuário terá a opção de gerar um gráfico de como foi sua produção, podendo comparar com suas produções já concluídas.



**Figura 4:** Display LCD 16x2 Backlight Azul

O sistema está em desenvolvimento, mas permite o cadastro de ciclos informando os dados corretamente. A tela de cadastro de ciclos está apresentada na Figura 5. Nesse seguimento os dados são salvos no banco de dados, na tabela ciclo (Figura 6). Dessa forma o sistema pode buscar os ciclos já cadastrados e listá-los para o usuário iniciar a produção desejada. Iniciando a produção, o sistema automaticamente salva o usuário que está logado, ciclo selecionado, a data e hora de início, para realizar os cálculos, informando para o usuário data e hora de fim da incubação, ciclo e rolagem dos ovos.

**Figura 5:** Cadastro de Ciclos



**Figura 6:** Modelo E-R do Banco de Dados

Um protótipo do sistema foi desenvolvido usando a plataforma livre de desenvolvimento de projetos de automação, denominada Arduino. Este protótipo permite a comunicação via *Ethernet* entre o Arduino e o sistema desenvolvido. O armazenamento de dados é realizado por meio do Sistema Gerenciador de Bancos de Dados *MySQL*. Além disso, utilizou-se a linguagem de programação *PHP* e *HTML5* e *CSS* no sistema *web*, para visua-

lização dos dados e configurações da chocadeira. O sistema está sendo desenvolvido para suportar vários usuários, sendo que cada um pode ter várias chocadeiras, facilitando a configuração e a visualização dos dados gerados a cada ciclo.

#### 4.1 Resultados

Ao todo, foram conduzidos dois experimentos, com diferentes configurações. A Tabela 1 apresenta as configurações empregadas em cada experimento. Os experimentos foram conduzidos usando duas métricas, a taxa de eclosão e a taxa de mortalidade após a eclosão. A taxa de eclosão mostra o número de ovos que de fato eclodiram gerando pintinhos e a taxa de mortalidade após a eclosão descreve o número de pintinhos que efetivamente sobreviveram após a eclosão.

**Tabela 1:** Configurações dos Experimentos.

	<b>Exp. 1</b>	<b>Exp. 2</b>
<b>Temperatura</b>	37-38°C	34-35°C
<b>Umidade</b>	9%-10%	10%-11%
<b>Quant. Ovos</b>	16	18
<b>Rolagem/dia</b>	2	2

O primeiro experimento foi iniciado no dia 3 de janeiro às 19:00 horas e finalizado no dia 24 de janeiro pontualmente no mesmo horário. A temperatura de 37-38°C foi seguida pelo trabalho (RURAL, 2016). Depois do período de incubação, 3 dos 16 ovos estavam chocos e sem condições de reprodução. Os 13 restantes geraram os pintinhos. Todavia, todos morreram. Os 5 ovos que estavam mais afastados, das lâmpadas geraram os pintinhos até eles criarem penas, mas morreram em torno do vigésimo primeiro dia. Os 8 ovos que estavam na parte central da chocadeira, perto das lâmpadas, morreram em torno do décimo sétimo dia. Após este experimento concluímos que o principal fator que influenciou a morte dos pintinhos foi o excesso de calor, tanto interno com externo. Nesse época do ano as ondas de calor foram muito fortes se mantendo em torno de 40°C na parte da tarde, mesmo com

o sensor controlando a temperatura dentro da chocadeira, a sensação térmica seria superior aos 38°C, fazendo com os pintinhos morressem. Dessa forma, a taxa de eclosão consistiu em 81,25%, mas a taxa de mortalidade após a eclosão foi de 100%.

Segundo ciclo foi iniciado no dia 31 de janeiro às 18:28 horas e finalizado dia 20 de fevereiro as no mesmo horário. Nesse segundo teste, tendo analisado os resultados do primeiro experimento, somente a temperatura foi reduzida, compreendendo 34-35°C, conforme apresenta a Tabela 1. Durante este período a temperatura externa também variou por volta dos 40°C na parte da tarde. Este ciclo foi conduzido ao usar 18 ovos para incubação. Após a realização do ciclo, 4 ovos estavam chocos e sem condições de reprodução, 3 pintinhos nasceram e morreram em torno da metade do ciclo, 1 pintinho morreu logo após descascar e os outros 10 descascaram e sobreviveram.

No último dia encubação alguns ovos começaram a trincar, como o esperado, todavia outros não. Quando os pintinhos começaram a sair da casca, eles eram retirados da chocadeira e colado numa caixa aquecida por outra lâmpada, conforme apresentado na Figura 7. Alguns pintinhos demoram pra descascar em torno de 4 horas a mais do que o ciclo, nesse tempo a mais, a chocadeira foi religada manualmente. Portanto, os testes mostraram que a temperatura externa influenciou diretamente no sucesso da chocadeira.



**Figura 7:** Resultado Após Eclosão dos Ovos

Apesar de apresentar uma taxa de eclosão

um pouco menor do que o primeiro experimento, a taxa de mortalidade foi significativamente menor. Além disso, em outras estações tais como no inverno, o primeiro experimento poderia ter dito sucesso. Dessa forma, o segundo experimento apresentou uma taxa de eclosão dos ovos de 77,77% e uma taxa de mortalidade após a eclosão de 44,45%.

## 5 Conclusões

Este artigo propôs um sistema de automação e controle de uma chocadeira comercial de baixo custo para pequenos produtores. O trabalho herdou os benefícios dos trabalhos existentes, mas possui um diferencial ao automatizar os processos manuais e proporcionar um sistema de monitoramento, visualização e controle da chocadeira. O sistema foi organizado em três módulos: monitoramento, controle e visualização. O módulo de Monitoramento agregou as funcionalidades relacionadas com os diferentes tipos de sensores empregados para coletar dados essenciais para a operação correta da chocadeira, tais como, o sensor de temperatura, de umidade e do nível de água dos reservatórios. O módulo de Controle aplicou medidas administrativas para alterar as configurações internas da chocadeira por meio do emprego de atuadores, sendo eles a bomba de água, a rolagem dos ovos e com a intensidade da luz. O módulo de Visualização possibilitou aos usuários do sistema utilizar o sistema para suas atividades fins, bem como acompanhar os procedimentos desempenhados pelos módulos de monitoramento controle.

Dois experimentos reais foram conduzidos ao implantar o sistema proposto considerando diferentes parâmetros de configuração de temperatura. Os resultados do primeiro experimento mostram que com temperatura entre 37-38°C foi obtida uma taxa de eclosão de 81,25%, mas foi observada uma taxa de mortalidade após a eclosão de 100%. Os resultados do segundo experimento apresentaram uma taxa de eclosão dos ovos de 77,77% e uma taxa de mortalidade após a eclosão de 44,45%. Nesse contexto a chocadeira mostra

um índice regular se tratando de eclosão. Porém, trás como diferencial uma implementação, a qual não exige um grande investimento e há possibilidade de chocar diversos tipos de ovos (galinha,pato,ganso), além de disponibilizar de um conjunto de visualização e monitoramento por interface *web*. Como trabalhos futuros espera-se realizar a transferência tecnológica deste sistema para comunidades agrícolas por meio de capacitações que os ensinem a usar o sistema.

## Referências

- ALDAIR, A. A.; RASHID, A. T.; MOKAYEF, M. Design and implementation of intelligent control system for egg incubator based on iot technology. In: *2018 4th International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering (ICEESE)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 49–54.
- ANDRADE, J. C. et al. Análise da relação entre quantidades e custos totais de produção de frango no estado do ceará. p. 48–75, 14 2019. ISSN 1980-4814.
- ASHISH, B. Temperature monitored iot based smart incubator. In: *2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*. [S.l.: s.n.], 2017.
- GRANDO, M. Z. *Um Retrato da Agricultura Familiar Gaúcha*. [S.l.], 2011.
- KABIR, M. A.; ABEDIN, M. A. Design and implementation of a microcontroller based forced air egg incubator. In: *2018 International Conference on Advancement in Electrical and Electronic Engineering (ICAEEE)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–4.
- KYEREMEH, F.; PEPRAH, F. Design and construction of an arduino microcontroller-based egg incubator. *International Journal of Computer Applications*, v. 168, p. 15–23, 06 2017.
- MARKS, F. S. et al. Panorama da avicultura no rio grande do sul. *Informativo Técnico.*, 2014.

MATTOS, J. M. de et al. Construção de chocadeira artesanal para fins comerciais ou consumo próprio. *Jornada Científica da UNESCO*, n. 1, 2018.

PERALTA, C. B. L. et al. Processo de desenvolvimento de produto para uma incubadora de ovos. In: . [S.l.: s.n.], 2013.

RAY, P. A survey on internet of things architectures. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, v. 30, n. 3, p. 291 – 319, 2018. ISSN 1319-1578.

RURAL, G. *Construa uma Chocadeira Artesanal*. <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Aves/noticia/2015/12/construa-uma-chocadeira-artesanal.html>>>. Acesso em 3 de Maio de 2019.: [s.n.], 2016.

SANJAYA, W. S. M. et al. The development of quail eggs smart incubator for hatching system based on microcontroller and internet of things (iot). In: *2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 407–411.

SYMON, A. F. et al. Design and development of a smart baby monitoring system based on raspberry pi and pi camera. In: *2017 4th International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 117–122.

TCHIMMOUE, G. et al. Development of a cost-effective arduino based automatic bird-egg incubator. p. 54–58, 07 2016.

TOLENTINO, L. K. S. et al. Development of fertile egg detection and incubation system using image processing and automatic candling. In: *TENCON 2018 - 2018 IEEE Region 10 Conference*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 0701–0706. ISSN 2159-3450.

TZOUNIS, A. et al. Internet of things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, v. 164, p. 31 – 48, 2017. ISSN 1537-5110. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511017302544>>.