

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

RICARDO DO NASCIMENTO BOING

**GERENCIAMENTO AUTONÔMICO DA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS EM
AVIÁRIOS DE CRIAÇÃO ALTERNATIVA COM FOG E IOT**

FLORIANÓPOLIS

2019 / 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

**GERENCIAMENTO AUTONÔMICO DA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS EM
AVIÁRIOS DE CRIAÇÃO ALTERNATIVA COM FOG E IOT**

RICARDO DO NASCIMENTO BOING

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
em Ciências da Computação, do Departamento de
Informática e Estatística, do Centro Tecnológico
da Universidade Federal de Santa Catarina,
requisito parcial à obtenção do título de Bacharel
em Ciências da Computação.

Orientador: Dr. Carlos Becker Westphall

Co-orientador: Me. Hugo Vaz Sampaio

RICARDO DO NASCIMENTO BOING

**GERENCIAMENTO AUTONÔMICO DA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS EM
AVIÁRIOS DE CRIAÇÃO ALTERNATIVA COM FOG E IOT**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Ciências da Computação, do Departamento de Informática e Estatística, do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências da Computação.

Orientador:

Dr. Carlos Becker Westphall

Co-orientador:

Me. Hugo Vaz Sampaio

Banca examinadora:

Dr. Carla Merkle Westphall

Me. Leandro Loffi

*“Honra teu pai e tua mãe, a fim de que tenhas
vida longa na terra que o Senhor teu Deus te
dá.” (Êxodo 20:12)*

RESUMO

A qualidade e a segurança alimentar são frequentemente alvos de discussões, principalmente devido à escassez de nutrientes ou por serem um meio de transmissão de doenças. Preocupados com a saúde humana e com a garantia do bem-estar animal, os consumidores começam a optar pelo consumo de alimentos orgânicos. A avicultura, um dos principais meios de obtenção de carne no mundo, tem parte do seu mercado voltado à criação orgânica. Considerando o interesse nos produtos orgânicos, este trabalho tem como foco a automatização de ambientes para criação orgânica de frangos. Com base nos paradigmas *IoT* e *Fog Computing*, é proposto um alimentador inteligente, cujo objetivo é abastecer de forma autônoma os locais de alimentação das aves.

Palavras-chaves: *iot, internet of things, fog computing*, aviário, frangos, orgânico, orgânica, alimentador, alimentação, avicultura.

ABSTRACT

The quality and food safety are often the subject of discussions, mainly due to nutrient shortages or because they are a means of disease transmission. Concerned about human health and animal welfare, consumers are beginning to choose organic food. Poultry farming is one of the means of obtaining meat in the world. It has part of its market focused on organic farming. Considering the interest in organic products, this work focuses on the automation of environments for the organic creation of chickens. Based on IoT and Fog Computing paradigms, an intelligent feeder is proposed, with objective to supply food to the birds, in an autonomous way.

Palavras-chaves: iot, internet of things, fog computing, fowl, chickens, organic, feeder, food, poultry farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação dos modelos de infraestrutura e classificações de nuvens.....	20
Figura 2 - Representação da relação entre os conceitos cloud, fog e iot.....	21
Figura 3 - Frangos em gaiolas no sistema avícola intensivo.....	24
Figura 4 - Alimentador automático de frangos.....	27
Figura 5 - Representação da integração entre os equipamentos dos 3 (três) subsistemas, em MEAH (2019): sensoriamento; energia e automação; interface.....	29
Figura 6 - Diagrama ilustrativo do sistema desenvolvido por CHIEN (2018) Adaptado.....	30
Figura 7 - Esquemático do dispositivo iot em SAMPAIO (2019).....	31
Figura 8 - Arquitetura do sistema iot, composto por três camadas: camada de interface; camada de gerenciamento de dados; e camada iot.....	34
Figura 9 - Visão geral do alimentador, em 3D.....	35
Figura 10 - Visão lateral do alimentador, em 3D.....	35
Figura 11 - Visão interna da parte de cima do nó iot, em 3D.....	36
Figura 12 - Visão interna da parte de baixo do nó iot, em 3D.....	36
Figura 13 - Representação em 3D do alimentador inteligente aplicado em larga escala.....	38
Figura 14 - Tela de controle manual do nó iot.....	40
Figura 15 - Tela de cadastro e edição de agendamentos.....	41
Figura 16 - Mensagens de sucesso (a) e erro/falha (b) nas operações de cadastro e edição de agendamentos.....	41
Figura 17 - Tela de listagem dos agendamentos para ocorrência de eventos do nó iot.....	42
Figura 18 - Visão geral do nó iot e da caixa de alimentação.....	43
Figura 19 - Visão geral do nó iot.....	43
Figura 20 - Parte externa superior do no iot.....	44
Figura 21 - Esquema lógico do nó iot.....	45
Figura 22 - Visão da parte interna do dispositivo iot.....	47
Figura 23 - Esquema do banco de dados utilizado para armazenar o agendamento de eventos do nó iot.....	48
Figura 24 - Pacote de solicitação para registrar um agendamento.....	49
Figura 25 - Pacote de solicitação para remover um agendamento.....	50
Figura 26 - Pacote de solicitação para editar os dados de um agendamento.....	50

Figura 27 - Pacote de solicitação dos dados de um agendamento.....	50
Figura 28 - Resposta do servidor para a solicitação dos dados de um agendamento.....	51
Figura 29 - Resposta do servidor para a solicitação dos dados de todos os agendamentos.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da revisão sistemática sobre cada palavra chave.....	26
Tabela 2 - Bytes de identificação enviados na mensagem da interface para o servidor.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>IOT</i>	<i>Internet Of Things</i>
<i>FOG</i>	<i>Fog Computing</i>
<i>CLOUD</i>	<i>Cloud Computing</i>
<i>OMS</i>	Organização Mundial de Saúde
<i>SAAS</i>	<i>Software as a Service</i>
<i>PAAS</i>	<i>Platform as a Service</i>
<i>IAAS</i>	<i>Infrastructure as a Service</i>
<i>EUA</i>	Estados Unidos da América
<i>MAPA</i>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<i>IA</i>	Inseminação Artificial
<i>TE</i>	Transferência de Embriões
<i>RFID</i>	<i>Radio-Frequency Identification</i>
<i>WI-FI</i>	<i>Wireless Fidelity</i>
<i>WSN</i>	<i>Wireless Sensor Networks</i>
<i>TCP</i>	<i>Transmission Control Protocol</i>
<i>IP</i>	<i>Internet Protocol</i>
<i>IOS</i>	<i>Iphone Operating System</i>

SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
1.1. Motivação.....	14
1.2. Justificativas.....	15
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo geral.....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Método de pesquisa e trabalho.....	16
1.5. Organização do trabalho.....	16
2. Conceitos básicos.....	17
2.1. Internet Of Things.....	17
2.2. Cloud Computing.....	18
2.3. Fog Computing.....	20
3. Fundamentação teórica na área avícola.....	22
3.1. Produtos orgânicos.....	22
3.2. Alimentos orgânicos no Brasil.....	23
3.3. Avicultura intensiva.....	23
3.4. Avicultura alternativa: caipira e orgânica.....	24
4. Estado da arte.....	26
4.1. Development of automatic chicken feeder using Arduino Uno.....	27
4.2. A Smart Sensor Network for an Automated Urban Greenhouse.....	28
4.3. A remote pet feeder control system via MQTT protocol.....	29
4.4. An RFID-Based Smart Nest Box: An Experimental Study of Laying Performance and Behavior of Individual Hens.....	29
4.5. Autonomic IoT Battery Management with Fog Computing.....	30
4.6. Proposta x trabalhos correlatos.....	31
5. Proposta de alimentador inteligente.....	33
5.1. Arquitetura do sistema.....	33
5.2. Nó iot e a caixa de alimentação.....	34
5.3. Sistema fog.....	37

5.4. Aplicação em larga escala.....	37
6. Desenvolvimento da proposta.....	39
6.1. Sistema web.....	39
6.1.1. Tela inicial: controle manual.....	39
6.1.2. Cadastro e edição de agendamentos.....	40
6.1.3. Agenda de horários.....	42
6.2. Protótipo nó iot.....	42
6.2.1. Esquema lógico do circuito eletrônico.....	44
6.2.2. Movimentação.....	46
6.2.3. Reservatório.....	46
6.3. Servidor.....	48
6.3.1. Comunicação entre interface e servidor.....	49
6.3.2. Comunicação entre servidor e iot.....	51
7. Conclusão e trabalhos futuros.....	52
7.1. Conclusão.....	52
7.2. Trabalhos futuros.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

1. Introdução

A agricultura industrial, por conta dos seus baixos custos de produção, vem crescendo cada vez mais em nível mundial. Dentre os assuntos decorrentes está a criação intensiva de aves, que são confinadas dentro de ambientes fechados, praticamente sem espaço para se locomoverem. Especialistas relatam que nessas condições as aves vivem estressadas e perdem os seus instintos naturais, possibilitando o surgimento de diversos tipos de doenças. Muitos profissionais criticam a adoção do sistema, afirmando que são cruéis e causam prejuízos à saúde do animal, mais tarde repassados ao consumidor (ANOMALY, 2015).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), citada por FELTES (2017), estima-se que em 2010 quase uma em cada dez pessoas adoeceram no mundo por contaminação alimentar. Crianças, idosos e gestantes, por possuírem baixas condições físicas e imunológicas, estão entre os mais propensos a contaminação. O Brasil é um dos interessados em combater esse mal, já que é um grande fornecedor de alimentos. Em 2015, o país foi o segundo maior produtor e exportador de carne de frangos no mundo.

De acordo com LOUZADA (2017), a industrialização é um assunto de fundamental importância para questão alimentar. De acordo com sua publicação, a causa de doenças como diabetes, obesidade e câncer estão fortemente ligadas com a ingestão de alimentos industrializados ultraprocessados. Em sua publicação, ela destaca a importância das vitaminas e sais minerais (adequados) para saúde, os quais nem sempre podem ser obtidos a partir desse tipo de alimento.

1.1. Motivação

A avicultura ocupava o segundo lugar no ranking mundial de produção de carnes, até o ano de 2010, com um total equivalente a quase 72 milhões de toneladas produzidas ao ano. Sendo um dos principais exportadores de carnes de frango, o Brasil produziu naquele ano o equivalente a pouco mais de 12 milhões de toneladas (ROSSA, 2012). Entre 2014 e outubro de 2018 o Brasil se tornou o maior exportador mundial de frangos e o segundo maior produtor mundial da carne, tendo como seu principal concorrente os EUA, que nesse mesmo período ficou em segundo colocado no número de exportações e como primeiro no número de produção (PSD Online, 2018).

1.2. Justificativas

Apesar do crescimento da agricultura industrial, um número cada vez maior de consumidores vem optando pelo consumo de alimentos orgânicos. ZANDER (2010), em seus estudos, afirma existir um descontentamento das pessoas em relação ao modo convencional de produção. Segundo ZANDER (2010) e APAOLAZA (2018) isso se justifica principalmente pela preocupação relacionada à saúde e bem-estar humano e animal. Isso porque muitas pessoas acreditam ser mais saudável o consumo de alimentos orgânicos e consideram importante o tratamento dado aos animais que serão abatidos.

1.3. Objetivos

Neste sub-capítulo são descritos os objetivos deste trabalho. Primeiramente é apresentado uma descrição geral sobre o assunto, e, na sequência, são enumerados de forma mais específica cada um dos objetivos.

1.3.1. Objetivo geral

Com base na criação orgânica de frangos, esse trabalho possui como objetivo o desenvolvimento de um sistema para automatizar a reposição de alimentos em ambientes de confinamento das aves. A ferramenta deve ser projetada de acordo com as leis em vigor, destinadas ao desenvolvimento orgânico de animais, no Brasil, as quais visam manter o bem-estar físico, psicológico, comportamental, ambiental e nutricional das aves no decorrer de todas as etapas de criação.

1.3.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Manter os espaços de alimentação abastecidos;
2. Emitir sinais para alertar as aves quando o alimentador for reabastecido;
3. Fornecer meios para cadastrar dias/horários para o reabastecimento automático do alimentador;
4. Fornecer uma forma de controlar manualmente o alimentador, sem a necessidade do cadastro de dias e horários.

1.4. Método de pesquisa e trabalho

A seguir são apresentados os métodos de trabalho.

1. Reunir informações sobre o processo de criação de frangos e as diferenças entre os sistemas intensivo (tradicional) e semi-intensivo (caipira e orgânico);
 1. Pesquisar sobre as exigências das leis nacionais que possam influenciar no processo de desenvolvimento do sistema;
 2. Realizar um levantamento sobre os modos de criação de frangos, atualmente em vigor, que sejam relevantes para o projeto;
2. Pesquisar por tecnologias que estejam em uso, que possam ser aprimoradas ou que sirvam de base para criação de novas soluções;
3. Desenvolver a proposta com base nas tecnologias e informações encontradas;
4. Implementar um protótipo para demonstração da proposta.

1.5. Organização do trabalho

Esse documento está organizado em 7 Capítulos. No Cap. 2 são descritos os principais conceitos e paradigmas, computacionais, que foram considerados para implementação da proposta. O Cap. 3 apresenta o estado da arte na área avícola. No Cap. 4 é feita uma breve descrição sobre cinco artigos, que servirão como base para o desenvolvimento da proposta. No Cap. 5 é apresentada a proposta, cuja implementação é mostrada no Cap. 6. Por fim, o Cap. 7 destina-se a conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

2. Conceitos básicos

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos, da área de computação, que serão utilizados no decorrer do trabalho, sendo eles: *Internet Of Things*, *Cloud Computing* e *Fog Computing*.

2.1. *Internet Of Things*

Internet Of Things (IoT) é um conceito de redes de computadores que introduz objetos do mundo real ao virtual, com o propósito de possibilitar a comunicação entre eles. Dentro dessa rede encontram-se sensores, atuadores, computadores pessoais e qualquer outro dispositivo considerado inteligente (MUNIR, 2017). São esses dispositivos que capturam dados e informações, que posteriormente são utilizados para fornecer melhores serviços à população, em áreas residenciais, hospitalares, industriais (ZANELLA, 2014), agrícolas, dentre outros. Cada objeto possui uma identidade e atributos próprios e podem se conectar a Internet, portanto, para acessá-los não é preciso necessariamente que exista uma conexão de rede local (XU, 2014).

Para facilitar e simplificar a usabilidade, um sistema *iot* pode ser dividido em vários blocos funcionais. Um exemplo é mostrado em RAY (2018), que realiza a divisão em seis blocos, os quais são descritos na sequência do texto.

- **Dispositivo:** são "coisas" do nosso dia-a-dia, como relógios inteligentes, veículos, máquinas e roupas. Fazem parte dos objetivos de um dispositivo a realização de coleta de dados, envio de dados para servidores, comunicação com outros dispositivos e/ou aplicativos. A maioria dos dispositivos realizam o processamento de dados para gerar informações úteis, posteriormente utilizadas para alcançar um dado objetivo. Um exemplo é o monitoramento de um jardim onde são determinados os melhores horários para irrigação;
- **Comunicação:** é responsável pela comunicação entre dois ou mais dispositivos e entre dispositivos e servidores remotos. Os protocolos *iot* funcionam, na maioria das vezes, na camada de enlace, rede, transporte e aplicação;
- **Serviços:** representam as funcionalidades do sistema *iot*. Como serviços podem ser considerados a modelagem, busca e controle de dispositivos, ou a publicação e análise de dados;

- **Gerenciamento:** fornece ferramentas para gerenciar um sistema *iot*;
- **Segurança:** disponibiliza meios para garantir a proteção do sistema *iot*. Como mecanismos de segurança podem ser citados a autenticação, autorização, privacidade e a integridade e segurança de dados;
- **Aplicação:** fornece meios para integração do usuário ao sistema *iot*. A integração ocorre através de interfaces que possibilitam controlar e monitorar o sistema.

Uma rede *iot* pode servir para solucionar vários tipos de problemas. STERGIOU (2018) cita alguns casos em que se faz o uso do paradigma:

- **Transporte:** auxilia na obtenção de soluções de problemas relacionados a tráfego em rodovias, redução do consumo de combustível e a diminuição nos índices de mortes;
- **Redes elétricas:** são utilizadas para auxiliar na incorporação de energia renovável, melhorando a confiabilidade do sistema e tornando a energia mais barata;
- **Monitoramento remoto de pacientes hospitalares:** proporciona uma maior facilidade para atender os pacientes, gerando melhores condições e o aumento do número de pacientes atendidos;
- **Sensores de monitoramento de motores:** possibilitam a detecção de problemas de manutenção, tornando possível melhorar a reposição de peças e definir prioridades no agendamento de serviços.

2.2. Cloud Computing

Cloud Computing é um conceito computacional que fornece uma gama de recursos a outros computadores e dispositivos. Os recursos fornecidos pela *cloud* ficam disponíveis de forma compartilhada, a qualquer hora e lugar, e são acessados através da internet. Como exemplo tem-se o processamento e armazenamento de dados, serviços, aplicativos (MUNIR, 2017) e servidores. Por conta dos seus benefícios e da possibilidade de cobrança financeira, o paradigma deu origem a uma indústria multibilionária crescente em todo o mundo (ROMAN, 2018). Dentre as principais classificações de uma *Cloud* estão (SINGH, 2016):

- **Public Cloud (nuvem pública):** nesse modelo os recursos e serviços são públicos, portanto qualquer organização, empresa, ambiente acadêmico ou indivíduo tem acesso. Por não existir um controle de clientes e fornecedores, existe uma maior vulnerabilidade em relação a segurança;

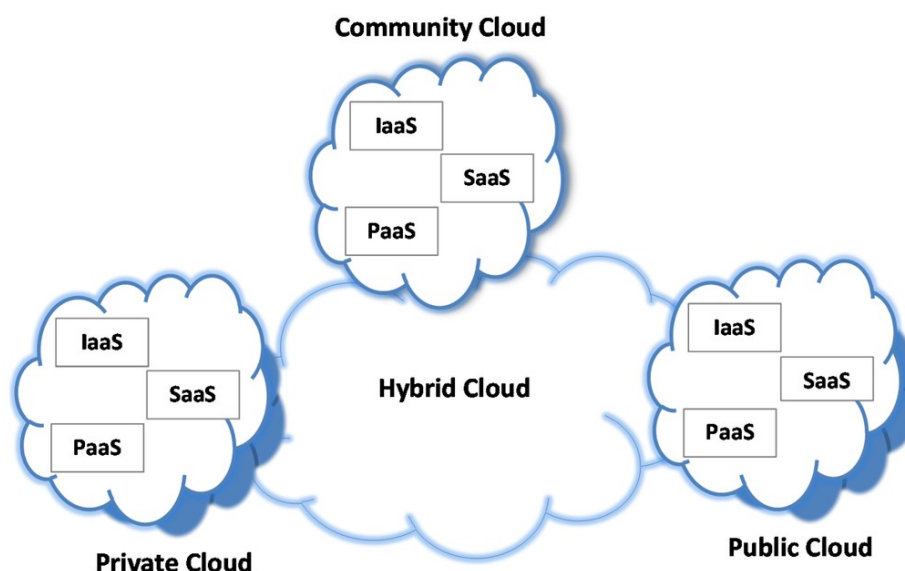
- **Community Cloud (nuvem comunitária):** é utilizada e gerenciada por um grupo mais restrito de organizações. Por possuírem um acesso mais controlado, os riscos relacionados de segurança são reduzidos;
- **Private Cloud (nuvem privada):** o uso e gerenciamento é exclusivo da organização a qual pertence. Por existir uma maior facilidade na identificação de clientes e os fornecedores, os riscos relacionados a segurança são menores do que os modelos público e comunitário;
- **Hybrid Cloud (nuvem híbrida):** representa a união de dois ou mais modelos de nuvens (pública, privada e comunitária).

O *National Institute of Standards and Technology (NIST)* descreve três modelos de infraestrutura (MELL, 2011):

- **Software as a Service (SaaS):** os aplicativos são acessados por meio de uma infraestrutura da própria *Cloud*. Os usuários fazem o acesso através de interfaces, como um *browser* ou algum outro software, porém não possuem acesso a qualquer tipo de gerenciamento de infraestrutura, tais como rede, sistema operacional, e o armazenamento de dados. O gerenciamento de aplicativos também possuem acesso limitado, podendo existir algumas exceções;
- **Platform as a Service (PaaS):** fornece a possibilidade de hospedar aplicativos desenvolvidos pelo próprio usuário. Assim como em SaaS, o cliente não tem acesso ao gerenciamento da infraestrutura, porém possui liberdade para gerenciar os próprios aplicativos;
- **Infrastructure as a Service (IaaS):** são disponibilizados recursos de processamento, armazenamento, redes e outros recursos de computação. O usuário pode instalar sistemas operacionais e hospedar aplicativos, porém não controla a infraestrutura da nuvem.

A Fig. 1 mostra a relação entre as classificações e os modelos de *Cloud Computing*. Os três modelos (*IaaS*, *PaaS* e *SaaS*) são utilizados em *Public*, *Community*, *Private* e *Hybrid Cloud*.

Figura 1 - Representação dos modelos de infraestrutura e classificações de nuvens.



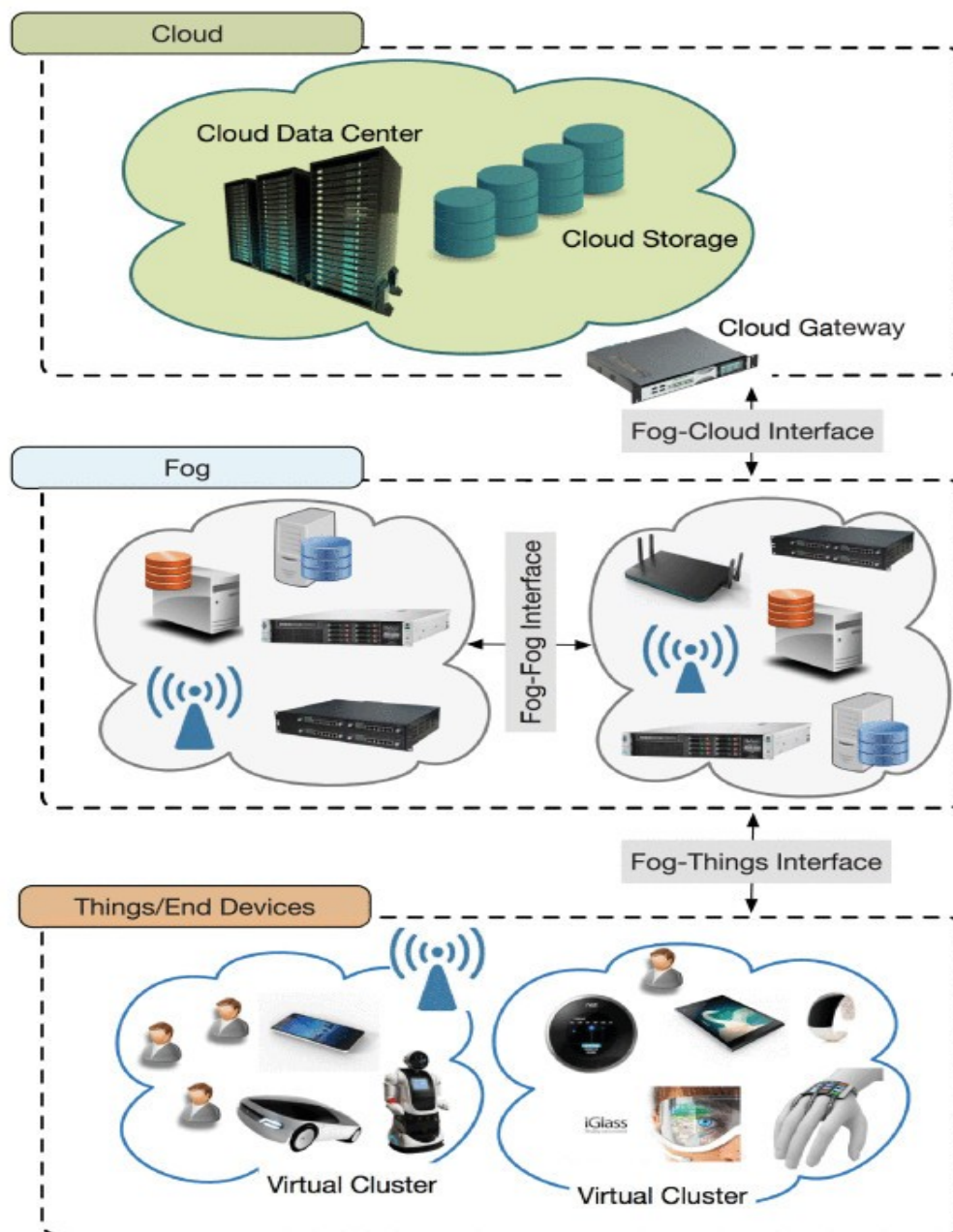
Fonte: KHALIL (2014)

2.3. Fog Computing

Fog Computing surgiu como um meio alternativo para intermediar a comunicação entre os dispositivos *iot* e a *cloud* (PERALA, 2018). O paradigma surgiu em 2014, criado pela Cisco (CHEN, 2018), e se caracteriza pelo fornecimento de serviços da *cloud* dentro da borda da rede. O objetivo é aumentar o desempenho das aplicações ao processar e armazenar parte dos dados localmente, enviando para *cloud* somente o necessário. Os resultados podem ser notados pela diminuição do tráfego de rede, redução no tempo de espera por serviços (GUPTA, 2017; PERALA, 2018; MUNIR, 2017), agilidade, acesso via rede sem fio e aplicações em tempo real (MUKHERJEE, 2018). Por consequência, é possível usar a *cloud* para realizar outros serviços de maior complexidade, como aprendizado de máquina e processamento *Big Data* (CHEN, 2018).

A Fig. 2 ilustra a relação entre os dispositivos *iot* e os serviços *fog* e *cloud computing*. Os dispositivos realizam a troca de dados com a *fog*, que por sua vez processa e envia/recebe apenas o necessário para *cloud*.

Figura 2 - Representação da relação entre os conceitos *cloud*, *fog* e *iot*.



Fonte: MUKHERJEE (2018)

3. Fundamentação teórica na área avícola

Neste capítulo são apresentados os conceitos fundamentais da área avícola e as diferentes formas de criação de frangos, sendo elas: produtos orgânicos, alimentos orgânicos no Brasil, avicultura intensiva e avicultura orgânica e caipira. Também são levantados os principais parâmetros utilizados para o controle de um galinheiro orgânico automático.

3.1. Produtos orgânicos

A classificação de alimentos como sendo orgânicos é considerada uma forma de dar credibilidade ao produto, pois além das informações visíveis na embalagem, o selo orgânico tende a comunicar ao consumidor que o produto atende a normas e padrões específicos de qualidade. Essas informações tem o propósito de dar mais transparência para o consumidor do que àquelas contidas em produtos convencionais (GIFFORD, 2011), e essas normas podem variar de um país para outro. De modo geral tem-se por objetivo a produção de alimentos que busquem manter o equilíbrio ecológico, evitando o uso de pesticidas, herbicidas, fertilizantes inorgânicos, antibióticos e hormônios de crescimento, em todas as etapas de produção (HONKANEN, 2006).

De acordo com GIFFORD (2011) e ROSSA (2012), nas últimas décadas vem se tornando crescente o número de vendas relacionadas a produtos orgânicos na Europa e nos EUA. Dentre estes produtos está a carne de origem aviária, que corresponde a dois terços do mercado orgânico de carnes e é um dos primeiros tipos de alimentos a serem buscados na categoria orgânica. Estima-se que nos EUA cerca de dois terços da população compre orgânicos ocasionalmente, e 19% consuma esses produtos de forma semanal (GIFFORD, 2011). De acordo com alguns estudos, os consumidores acreditam que esses alimentos são mais saudáveis e possuem uma maior qualidade (ROSSA, 2012).

A produção de orgânicos no mundo correspondia a aproximadamente 35 milhões de hectares em 2008, distribuídas entre 154 países. A Oceania era a maior produtora, com 35% da produção mundial, em segundo a Europa e em terceiro a América Latina. No ano anterior (2007), o Brasil estava em quinto lugar entre as maiores áreas de cultivo, com 1,77 milhões de hectares (ROSSA, 2012).

3.2. Alimentos orgânicos no Brasil

De acordo com a Lei 10.831 de 2003, o objetivo da produção orgânica no Brasil é de diminuir o uso de contaminantes químicos no meio ambiente (ar, solo, água), de modo a preservar a diversidade biológica dos ecossistemas e proporcionar uma alimentação mais saudável ao consumidor (BRASIL, 2003). Um produto é dito como orgânico, seja ele processado ou in natura, caso seja obtido através de algum sistema orgânico de produção agropecuário ou por algum tipo de processo extrativista sustentável. Isto é, sua obtenção deve ser de modo a não causar prejuízos ao ecossistema local (BRASIL, 2003). Para sua comercialização o produto deve possuir uma certificação junto ao MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), obtido através de um órgão reconhecedor oficial (BRASIL, 2003).

3.3. Avicultura intensiva

Caracterizado pelo confinamento total das aves, o sistema intensivo é o modelo de criação mais empregado na avicultura. O objetivo desse sistema é o aumento da produção e sua eficiência, obtidos através de melhorias genéticas, aprimoramento na coleta de dados e instalação de novas tecnologias de manejo, nutrição, bem estar e higiene (VOGADO, 2016). Contudo, manter as aves confinadas é prejudicial a saúde, e ao contrário a esses investimentos tecnológicos, o sistema não converge para um bem-estar dos animais (SILVA, 2003).

No Brasil, a produção intensiva, reconhecida mundialmente, teve um forte investimento tecnológico em seu processo de produção, aliado a mudanças no controle sanitário e melhorias na genética das aves. Algumas medidas de melhoramento genético foram: Inseminação Artificial (IA); Transferência de Embriões (TE); micro manipulação e produção in vitro de embriões; clonagem e produção de animais transgênicos ou altamente modificados. A diminuição no tempo de crescimento dos frangos está entre os resultados desse investimento, que passou de 105 dias em 1930 para 45 dias em 1996 (VOGADO, 2016).

Com os avanços na avicultura industrial foram surgindo modificações nos hábitos alimentares e nas tradições da população. O frango caipira foi ao longo do tempo perdendo espaço na mesa do consumidor. Contudo, mesmo sendo substituído, existe uma maior preferência pela carne caipira devido suas características próprias na textura e no sabor da carne (VOGADO, 2016).

Apesar do sistema convencional ser o dominante no mercado, algumas formas alternativas, como a caipira e orgânica, estão voltando a ganhar espaço na mesa dos consumidores. A fim de minimizar os impactos do sistema industrial e melhorar o bem-estar das aves, a União Européia impôs em 1999 algumas medidas mínimas para sistemas de criação. Em 2003, por exemplo, foram proibidas as instalações de gaiolas convencionais com menos de 550cm² por ave, além da necessidade do uso de lixas para as unhas (ROCHA, 2008). A Fig. 3 mostra o confinamento de frangos em um aviário de criação intensiva.

Figura 3 - Frangos em gaiolas no sistema avícola intensivo.



Fonte: EMBRAPA (2018)

3.4. Avicultura alternativa: caipira e orgânica

Os sistemas de produção caipira e orgânico são modelos alternativos ao sistema intensivo e são projetados para garantir a qualidade e o bem-estar dos animais. As raças que serão utilizadas devem ser aquelas que melhor se adaptam ao manejo e clima local, devendo ser garantido sua segurança e que estejam livres de medo, ansiedade, ou qualquer outro tipo de estresse. É preciso que o ambiente proporcione aos animais a liberdade para apresentarem suas características e comportamentos naturais, e que não passem fome, sede e não sofram de nenhum tipo de doença (FIGUEIREDO, 2012; DIAS, 2016). O sistema de criação e as raças são fundamentais para que se garanta uma carne mais saborosa e com menores índices de gordura (DIAS, 2016).

O Fator climático é também um dos fatores cruciais na criação das aves, pois as afeta diretamente. Isso pode ser percebido através de mudanças no comportamento, como respiração mais ofegante, diminuição na taxa de locomoção e o ato de manter as asas mais afastadas do corpo (DIAS, 2016). Apesar de no sistema orgânico os frangos necessitarem de liberdade para o acesso externo, onde devem existir grama e/ou algum outro tipo de

vegetação, isso pode, por conta do clima, vir a interferir no bem-estar animal e consequentemente na produção do sistema (BERG, 2002; DIAS, 2016). Dentre as consequências estão o aumento no consumo de água e ração, que podem vir a causar mudanças na taxa de crescimento das aves, afetando o rendimento e a qualidade da carne (DIAS, 2016; CASSUCE, 2013).

A fim de promover o bem-estar animal e viabilizar a inspeção em um sistema produtivo, o *Farm Animal Welfare Council* criou cinco conceitos para definir um sistema controlado por humanos que fosse capaz de proporcionar um bem-estar aos animais: (PEREIRA, 2017)

- **Nutricional:** manter os animais livres de fome e sede;
- **Ambiental:** mantê-los livre de desconfortos;
- **Físico:** mantê-los livres de dores, lesões e doenças;
- **Comportamental:** dar liberdade para expressar seus comportamentos normais;
- **Psicológico:** deixá-los livres de medo e angústia.

4. Estado da arte

Com o objetivo de evidenciar a relevância da pesquisa, uma revisão sistemática foi desenvolvida com base nas ferramentas *Google Scholar*, *IEEE Explorer* e *ScienteDirect*. O resultado da revisão pode ser visto na Tab. 1, que apresenta a união do número de ocorrências de cada conjunto de palavras chaves, em inglês, nas três ferramentas de pesquisa. A última combinação, diferente das outras, não teve nenhum retorno nas ferramentas *IEEE Explorer* e *ScienteDirect*.

Tabela 1 - Resultado da revisão sistemática sobre cada palavra chave.

Palavras chave	Resultados	Categoria
<i>automation</i>	3.560.000	1
<i>control</i>	7.270.000	1
<i>fog</i>	1.120.000	1
<i>iot</i>	782.000	1
<i>fog iot</i>	16.700	2
<i>feeding chickens</i>	708.000	2
<i>automation fog</i>	38.500	2
<i>automation iot</i>	83.200	2
<i>control fog</i>	536.000	2
<i>control iot</i>	244.000	2
<i>automation feeding</i>	673.000	2
<i>control feeding</i>	3.930.000	2
<i>iot feeding</i>	15.400	2
<i>fog feeding</i>	80.000	2
<i>automation feeding chickens</i>	44.500	3
<i>automation control feeding chickens</i>	37.600	4
<i>automation control feeding chickens fog iot</i>	6.540	6
<i>automation control feeding chickens alternative aviaries fog iot</i>	130	8

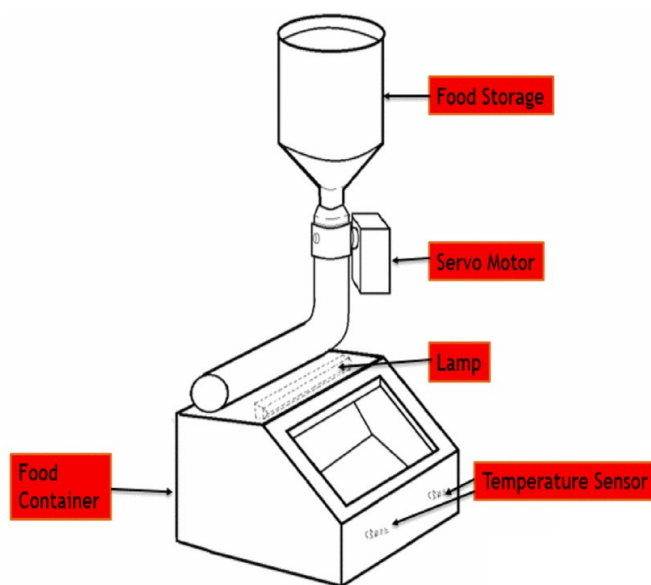
Fonte: Próprio (2019)

4.1. Development of automatic chicken feeder using Arduino Uno

A alimentação de frangos, criados para o abate, pode exigir tempo e muita mão de obra. Para realizar o trato de forma manual, o criador costuma fornecer o alimento semeando-o no chão do aviário. Existem ao menos três problemas em fazê-lo dessa forma: contaminação dos alimentos, decorrentes da presença de insetos e de fezes das aves; desperdício de alimentos, por falha humana, já que não é possível uma correta administração da quantia a ser distribuída; e a necessidade da presença dos responsáveis pelo fornecimento do alimento, o que dificulta que estes indivíduos venham realizar outras tarefas. Com o objetivo de suprir esses problemas, um alimentador de frangos é proposto a fim de automatizar por completo o processo de alimentação, possibilitando ao criador o cumprimento de outras obrigações sem que haja a necessidade de sua presença no local.

Ao projetar o alimentador, o autor considerou a necessidade de armazenar os alimentos, administrar as sobras, e registrar os horários de fornecimento e a quantidade a ser fornecida. A Fig. 5 mostra o projeto do tratador, o qual é composto por alguns sensores e atuadores controlados por uma placa Arduino Uno. O processo de liberação do alimento acontece com a abertura da passagem entre local de armazenamento de comida e o recipiente, controlada pelo atuador servo motor. Para evitar o desperdício da comida deixada pelas aves, as sobras ficam retidas dentro do recipiente. Um sensor de temperatura e uma lâmpada são utilizados para que se garanta que os grãos permaneçam frescos.

Figura 4 - Alimentador automático de frangos.



Fonte: SOH (2017)

4.2. A Smart Sensor Network for an Automated Urban Greenhouse

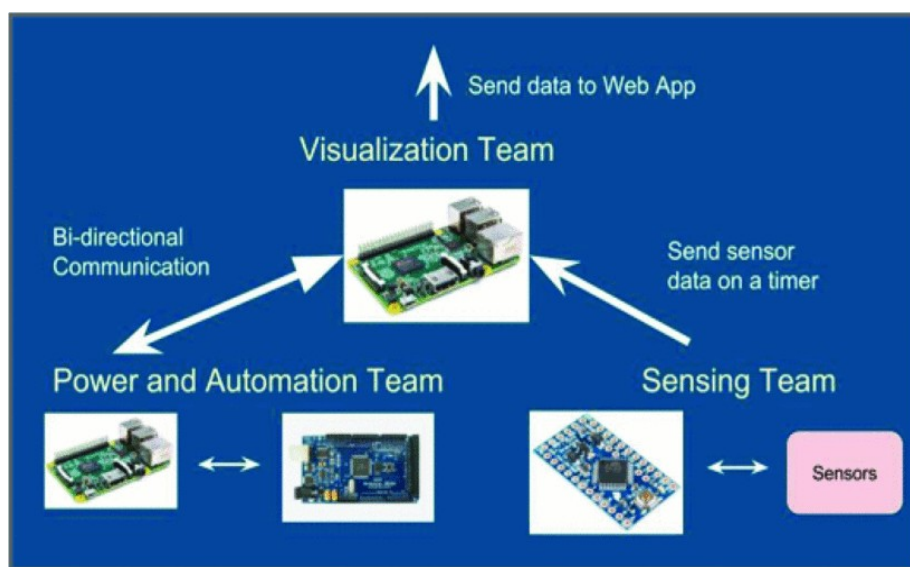
Considerando a dificuldade de obter alimentos frescos a preços acessíveis, na região da *Pennsylvania* (EUA), em MEAH (2019) é apresentado um projeto de redes de sensores inteligentes para automatização de uma estufa urbana. O projeto foi desenvolvido por alunos de um colégio de engenharia, o *York College of Pennsylvania*, e foi utilizado para apoiar a inicialização de alunos de escola primária no mundo científico. Dentre os objetivos do trabalho estão:

- Maximização da economia de energia;
- Gerenciamento de aquecedores, resfriadores e da ventilação;
- Uso de histórico de dados meteorológicos para estimativa da energia necessária dentro da estufa.

Para o desenvolvimento do projeto foi feito a divisão do sistema em três partes: sensoriamento; energia e automação; interface. No primeiro subsistema a equipe fez o uso de sensores para coletar dados de luz, umidade e temperatura dentro da estufa. Os dados são encaminhados posteriormente ao subsistema de energia e automação, que irá processá-los e intervir no ambiente a partir de equipamentos como aquecedores e lâmpadas. O protótipo desenvolvido possui 6 (seis) zonas de umidade, sendo que cada uma possui 2 (dois) sensores de umidade. Em paralelo, 5 (cinco) sensores de temperatura, luz e umidade foram distribuídos em plantas. Todo o processo de interação com o usuário foi desenvolvido no subsistema interface, onde ficam hospedados uma aplicação web e o banco de dados.

A Fig. 5 mostra a interação entre as partes do sistema. Um Raspberry Pi é utilizado para hospedagem da interface e intermediar a comunicação entre os sub-sistemas de sensoriamento e de energia e automação. A rede de sensores realiza a coleta de dados e transmite para o Raspberry Pi da interface. Na área de energia e automação foi instalado um segundo Raspberry Pi, em conjunto com um Arduino Mega, para atuar no ambiente.

Figura 5 - Representação da integração entre os equipamentos dos 3 (três) subsistemas, em MEAH (2019): sensoriamento; energia e automação; interface.



Fonte: MEAH (2019)

4.3. A remote pet feeder control system via MQTT protocol

Popularmente aceito dentro da sociedade moderna, a criação de animais vem se tornando um hábito cada vez mais adotado entre as pessoas. Contudo, responsabilidades devem ser assumidas pelos proprietários, sendo uma delas a garantia da alimentação. Em WU (2018) é desenvolvido um alimentador de animais que, ao contrário da maioria, deixa de ser uma simples máquina estacionária para se tornar um alimentador móvel e inteligente. O equipamento *iot* foi projetado para se assemelhar a um carrinho de brinquedo, possuindo duas rodas traseiras, cada uma conectada a um motor. Ainda, uma câmera IP foi instalada na parte frontal do carrinho para possibilitar o monitoramento pela internet.

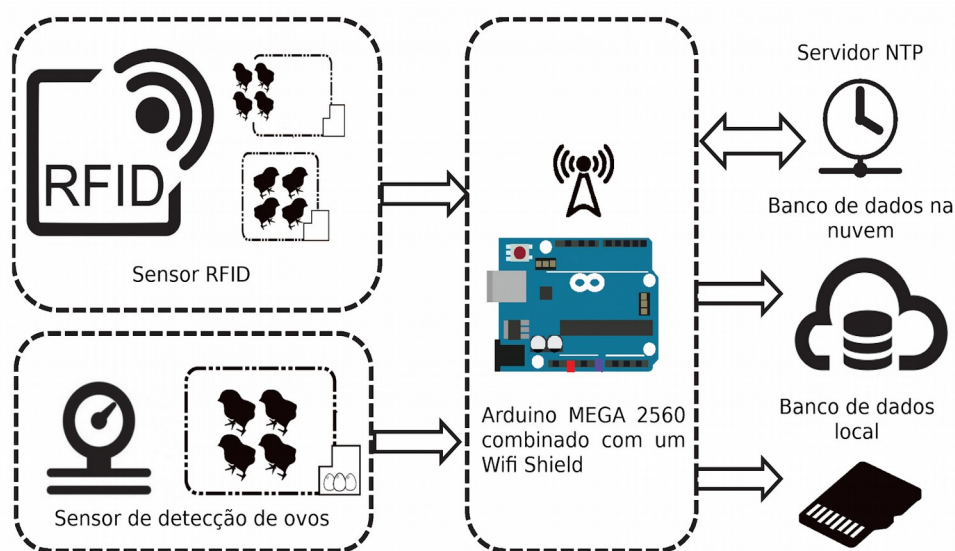
4.4. An RFID-Based Smart Nest Box: An Experimental Study of Laying Performance and Behavior of Individual Hens

O nível de produção de ovos pode ser afetado pelo ambiente de postura (ninho), idade das aves ou até mesmo pela raça do animal. Com a motivação de monitorar a produção de ovos, em CHIEN (2018) é apresentada uma solução que tem como objetivo a identificação de galinhas poedeiras que apresentam um rendimento abaixo do esperado. A ferramenta desenvolvida utiliza um leitor *RFID*, conectado a uma placa Arduino MEGA 2560, cuja

serventia é identificar a presença de aves dentro de um ninho. Também é feito o uso de um sensor de pressão, para que seja detectado a existência de algum ovo.

A Fig. 9 apresenta um esquema do protótipo desenvolvido. No canto superior-esquerdo é feita a ilustração referente a identificação das aves, pela antena RFID. No canto inferior-esquerdo é mostrado o sensor de pressão, que assim como o sensor RFID, é conectado na placa Arduino MEGA 2560. Por fim, os dados referentes a identidade das galinhas e o peso dos ovos são salvos em um cartão de memória (SD) e em um banco de dados na nuvem.

Figura 6 - Diagrama ilustrativo do sistema desenvolvido por CHIEN (2018) Adaptado.



Fonte: CHIEN (2018)

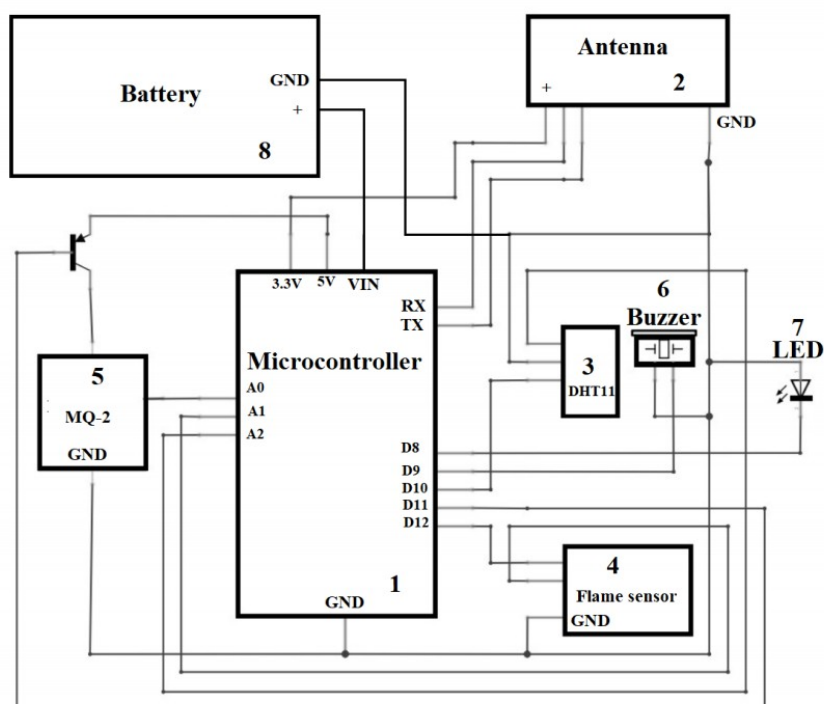
4.5. *Autonomic IoT Battery Management with Fog Computing*

O uso de energia é indispensável para dispositivos *iot*, sendo em grande parte dependentes do uso de baterias para que funcionem. Para os usuários é crucial que existam técnicas para economizar energia, principalmente quando a exigência é de anos de durabilidade. Em SAMPAIO (2019) é desenvolvido um sistema *fog* para alarmes de incêndio que depende do uso de baterias. O trabalho é dividido em duas partes, sendo a primeira referente ao hardware do dispositivo e na segunda são realizadas estimativas do consumo de energia.

O dispositivo *iot* foi projetado e desenvolvido considerando o contexto de cozinhas em *Smart Home's*. Para a implementação do protótipo os autores fizeram o uso de um microcontrolador Arduino Uno ATmega328p, um sensor de temperatura e umidade do ar

DHT11, um sensor de gás e fumaça MQ-2 e um sensor de chamas. O dispositivo *iot* captura os dados através de portas analógicas do arduino, conectadas aos sensores, e os envia para *fog* com uma antena Xbee Zigbee. O sistema *fog*, por sua vez, processa os dados para gerar e apresentar a estimativa de consumo. A Fig. 6 apresenta o esquemático do dispositivo *iot*, onde são mostradas as conexões entre: os componentes de hardware e a bateria; o arduino e os sensores; o arduino e a antena ZigBee.

Figura 7 - Esquemático do dispositivo *iot* em SAMPAIO (2019).



Fonte: SAMPAIO (2019)

4.6. Proposta x trabalhos correlatos

Ao longo deste capítulo foram mencionados e descritos 5 (cinco) trabalhos correlatos. Dentre os trabalhos, em SOH (2017) apresenta-se uma proposta para automatização da alimentação de frangos. O alimentador desenvolvido é capaz de gerenciar o armazenamento e fornecimento dos alimentos, porém se limita ao uso em pequena escala. Para expandir esse alimentador, a proposta do Cap. 5 considerou a adaptação do carrinho proposto em WU (2018). No lugar de uma caixa de pequenas dimensões, como em SOH (2017), neste trabalho é utilizada uma caixa comprida onde um carrinho (nó *iot*) se movimenta para liberar o alimento.

O desenvolvimento da proposta (Cap. 5) considera, ainda, a necessidade da criação de várias caixas de alimentação contendo seu próprio nó *iot*. Uma rede de nós foi projetada, semelhante a rede de sensores apresentada em MEAH (2019). Na proposta (do alimentador) são considerados vários nós *iot*, assim como na rede de sensores. A diferença é que em MEAH (2019) os nós são utilizados para obtenção de dados, enquanto os nós do alimentador se motivam em atuar no ambiente de aplicação.

A criação de um nó *iot* móvel, porém, necessita de uma maior flexibilidade em relação ao consumo de energia. Para suprir essa necessidade são necessárias baterias, pilhas, ou similares. O problema de usar esse tipo de fonte está na sua capacidade e duração, tornando-se essencial a realização de otimizações para diminuir o consumo de energia de cada nó. Em SAMPAIO (2019) apresenta-se um estudo sobre o consumo de energia em dispositivos para Smart Home's. Apesar de não ter sido considerado na implementação da proposta, esse trabalho evidencia a necessidade da redução do consumo de energia para aumentar o tempo de duração do dispositivo *iot*.

O gerenciamento da alimentação pode diminuir o trabalho dentro de um aviário orgânico, mas não libera os trabalhadores de todo o esforço manual. O último trabalho foi mencionado por ter como objetivo a criação de um ninho inteligente. As propostas de gerenciar de forma inteligente a alimentação e os ninhos podem trazer maiores benefícios, caso utilizadas em conjunto.

5. Proposta de alimentador inteligente

Considerando o crescente interesse no consumo de alimentos orgânicos, em conjunto com a importância do mercado brasileiro de frangos, um alimentador inteligente é proposto para gerenciar a alimentação das aves de forma autônoma. O alimentador conta com um sistema *fog*, dividido em três camadas, que considera desde a interação com o usuário até a criação e controle de um dispositivo *iot*. Na subseção 5.1 é apresentada a hierarquia do sistema, enquanto na subseção 5.2 são descritos o dispositivo *iot* e a caixa de alimentação e na subseção 5.3 é descrito o sistema *fog*.

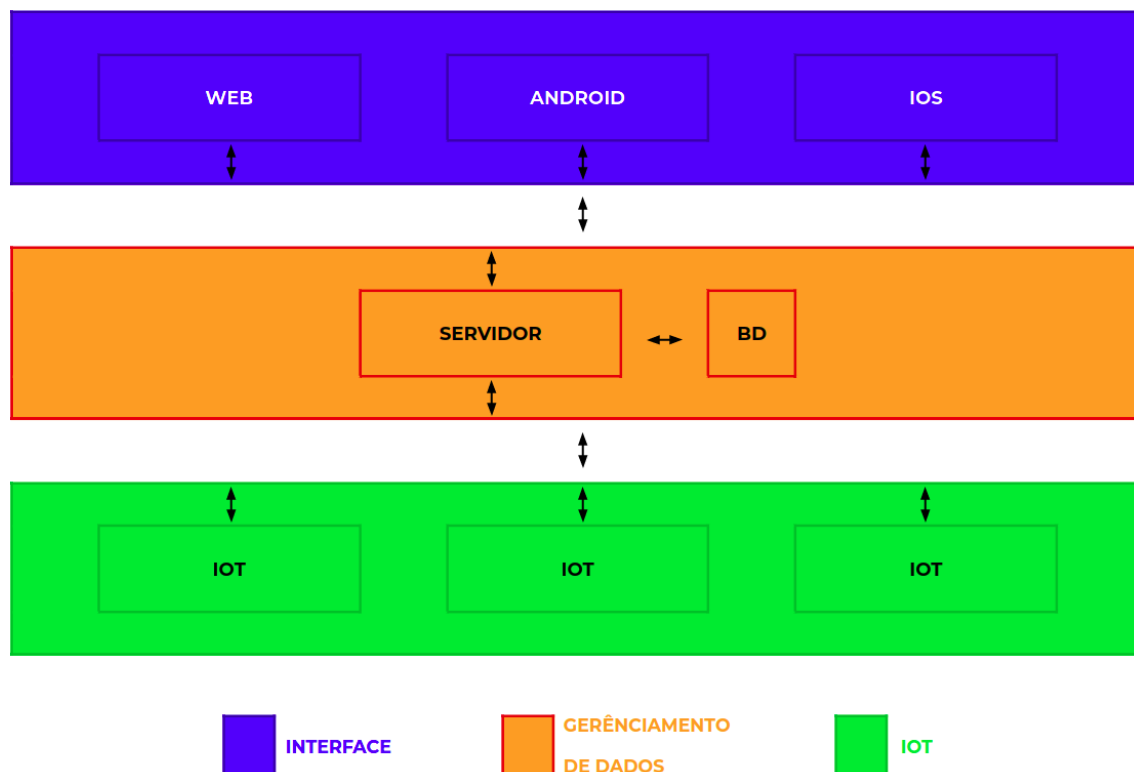
5.1. Arquitetura do sistema

A arquitetura do sistema é dividida em três camadas (Fig. 8). Uma camada para entrada de dados é responsável pela comunicação com os usuários, denominada como camada de interface. Abaixo dela encontra-se a camada de gerenciamento de dados, a qual se responsabiliza pelo armazenamento dos dados e a comunicação com os nós *iot*. A última camada é a *iot*, localizada abaixo da camada de gerenciamento de dados. Uma melhor descrição das camadas é apresentada na sequência do texto.

- **Camada de interface:** é responsável pela obtenção de dados, fornecidos pelos usuários, e pelo envio desses dados para camada de gerenciamento de dados. Na camada de interface é possível que sejam feitos o uso de uma ou mais aplicações, desenvolvidas para diferentes sistemas, tais como Android, IOS, Desktop e sistemas Web;
- **Camada de gerenciamento de dados:** se responsabiliza pelo armazenamento dos dados obtidos na camada de interface e pelo envio de comandos de controle para os dispositivos da camada *iot*. Para comunicação com a interface, a camada conta com um servidor que receberá as informações e armazenará em um banco de dados. Já para comunicação com os dispositivos *iot*, a camada possui uma aplicação que identificará e enviará aos dispositivos o comando para a realização de uma tarefa na data e horário especificados pelos usuários (armazenados no banco de dados);
- **Camada *iot*:** representa a união de todos os dispositivos *iot* do sistema. Os dispositivos recebem os comandos de controle, enviados pela camada de

gerenciamento de dados, e com base nos comandos é identificada e cumprida a tarefa em questão;

Figura 8 - Arquitetura do sistema *iot*, composto por três camadas: camada de interface; camada de gerenciamento de dados; e camada *iot*.

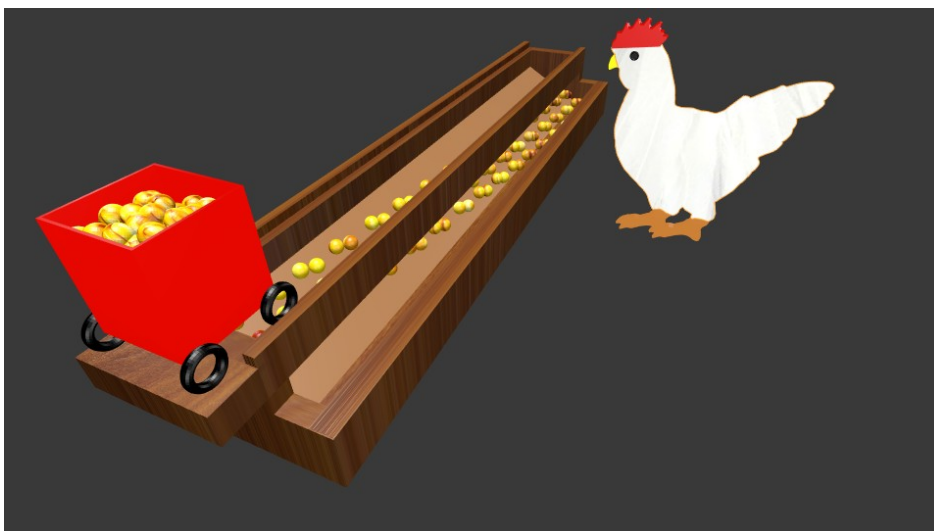


Fonte: PRÓPRIO (2019)

5.2. Nó *iot* e a caixa de alimentação

O nó *iot* é um equipamento baseado em um carrinho de brinquedo, cuja finalidade é armazenar o alimento das aves e liberá-lo apenas em datas e horários específicos. Para a realização da tarefa, o dispositivo *iot* conta com o auxílio de uma base (caixa de alimentação) que receberá e disponibilizará o alimento para as aves. O dispositivo é posicionado em cima de dois trilhos, fixados na parte superior da caixa, e permanece imóvel até o recebimento de um comando enviado pela servidor. Ao receber o comando, o nó caminha sobre os trilhos até o fim e depois retorna ao ponto de origem, liberando o alimento durante todo o trajeto. Na Fig. 9 uma galinha está de frente para o alimentador, logo após o nó *iot* liberar o alimento.

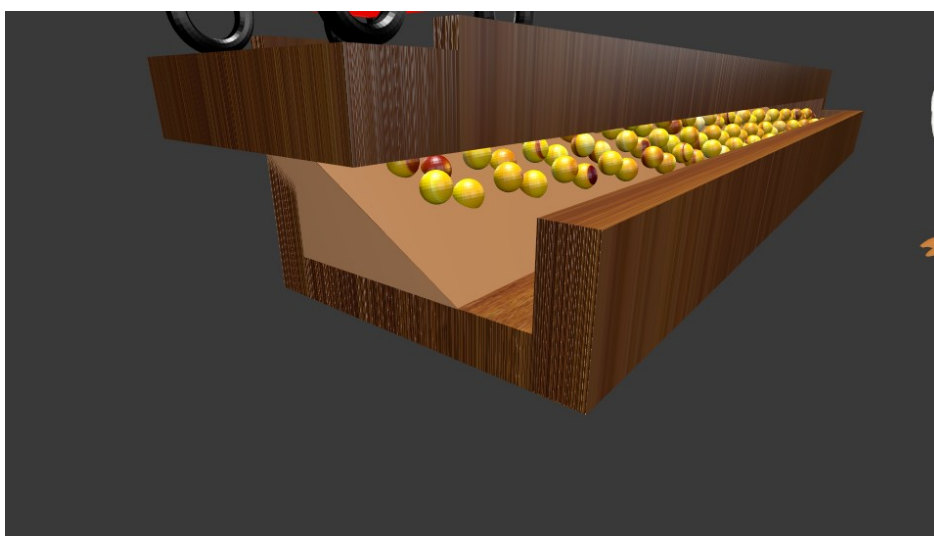
Figura 9 - Visão geral do alimentador, em 3D.



Fonte: PRÓPRIO (2019)

A caixa de alimentação conta, ainda, com uma área destinada ao acesso das aves, localizada na parte frontal, e uma rampa de desvio de alimentos, posicionada abaixo dos trilhos utilizados pelo nó *iot*. O alimento, quando liberado, cai sobre a rampa e sofre um desvio até a parte frontal do alimentador. A Fig. 10 apresenta uma ilustração da rampa e da área de acesso as aves, onde o alimento fica retido até ser consumido.

Figura 10 - Visão lateral do alimentador, em 3D.

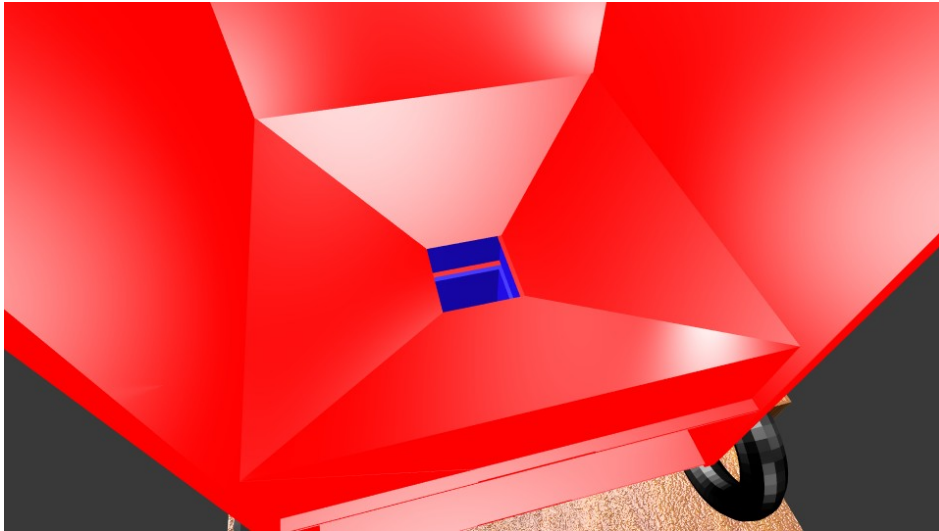


Fonte: PRÓPRIO (2019)

O projeto do nó *iot* ocorre com a sua divisão em duas partes: superior e inferior. Na parte superior (Fig. 11) é feito o armazenamento do alimento, o qual passa por um processo de afunilamento para que ele deslize até o centro do dispositivo. Após esse processo, o alimento

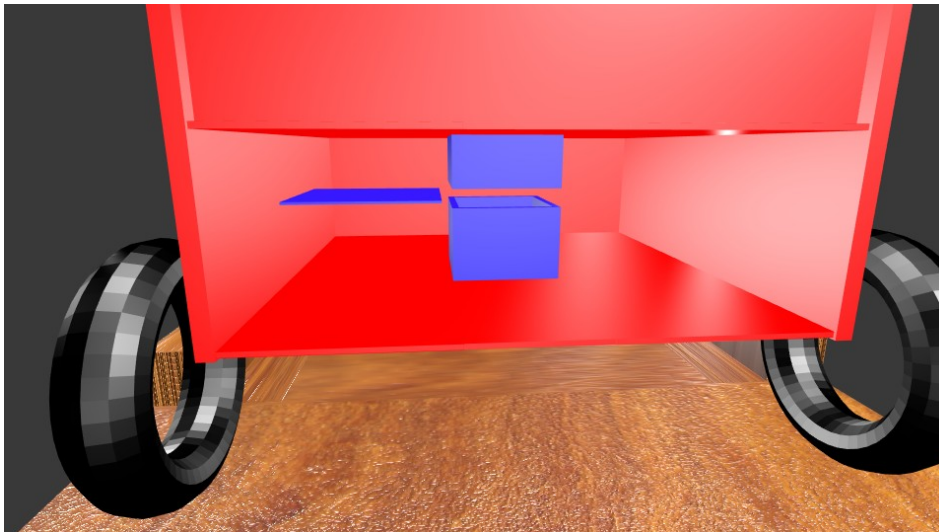
cai dentro de um corredor estreito que o levará até a parte inferior (Fig. 12). Quando isso ocorrer, um controlador de passagem decidirá se o alimento deve ou não ser liberado. Para isso conta-se com uma tampa de isolamento, que fica aberta ou fechada de acordo com a necessidade (liberação ou isolamento do alimento, respectivamente).

Figura 11 - Visão interna da parte de cima do nó iot, em 3D.



Fonte: PRÓPRIO (2019)

Figura 12 - Visão interna da parte de baixo do nó iot, em 3D.



Fonte: PRÓPRIO (2019)

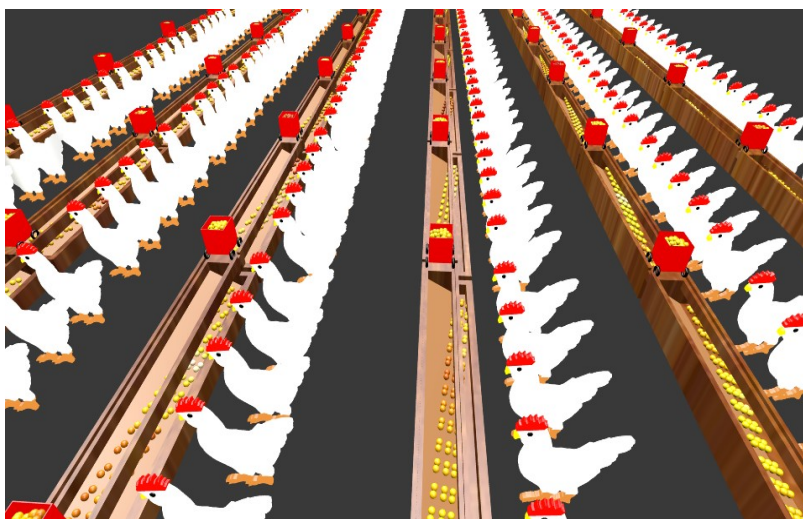
5.3. Sistema *fog*

O sistema *fog* é responsável por processar e administrar os dados fornecidos pelos usuários, assim como alertar as aves, por meio de efeitos sonoros, no momento em que a caixa de alimentação é abastecida. A partir do processamento dos dados, o sistema *fog* gera as informações que serão utilizadas pelo nó *iot*. Desse modo, o sistema *fog* engloba toda camada de gerenciamento de dados, já que é ele quem repassará os comandos aos nós *iot* e receberá as informações da camada de interface. Além disso, dependendo do tipo de aplicação da camada de interface, o sistema *fog* pode ser dividido em duas partes para representar ambas as camadas. Uma aplicação de interface poderia ser um sistema *Web*, que ao invés de ser instalado no lado do cliente, como um aplicativo Android ou IOS, pode ficar no lado do servidor, se tornando, por consequência, um subsistema do sistema *fog*.

5.4. Aplicação em larga escala

A automatização da alimentação de frangos, em granjas orgânicas, deve considerar o atendimento a um grande número de aves. A proposta do alimentador considera uma implementação em larga escala, onde vários nós *iot* devem atuar para fornecer o alimento. Na Fig. 13 é apresentada uma ilustração em 3D em que um grande número de nós *iot*, cada um posicionado em cima de uma caixa de alimentação própria, fazem o papel de reposição do alimento. Para uma melhor representação, na ilustração foram desenhados um grande número de frangos a espera do alimento, posicionados em frente as caixas de alimentação.

Figura 13 - Representação em 3D do alimentador inteligente aplicado em larga escala.



Fonte: PRÓPRIO (2019)

6. Desenvolvimento da proposta

Para o desenvolvimento da proposta foram criados um carrinho eletrônico, um sistema *web* (em PHP) e um servidor (em Python). O carrinho eletrônico corresponde ao protótipo do nó *iot*, enquanto que o sistema *web* foi escolhido para servir como a aplicação da camada de interface. Já a camada de gerenciamento de dados conta com o servidor e com um banco de dados (MySQL), responsáveis por receber e armazenar os dados, inseridos pelos usuários, e por enviar os comandos de controle, ao nó *iot*.

6.1. Sistema *web*

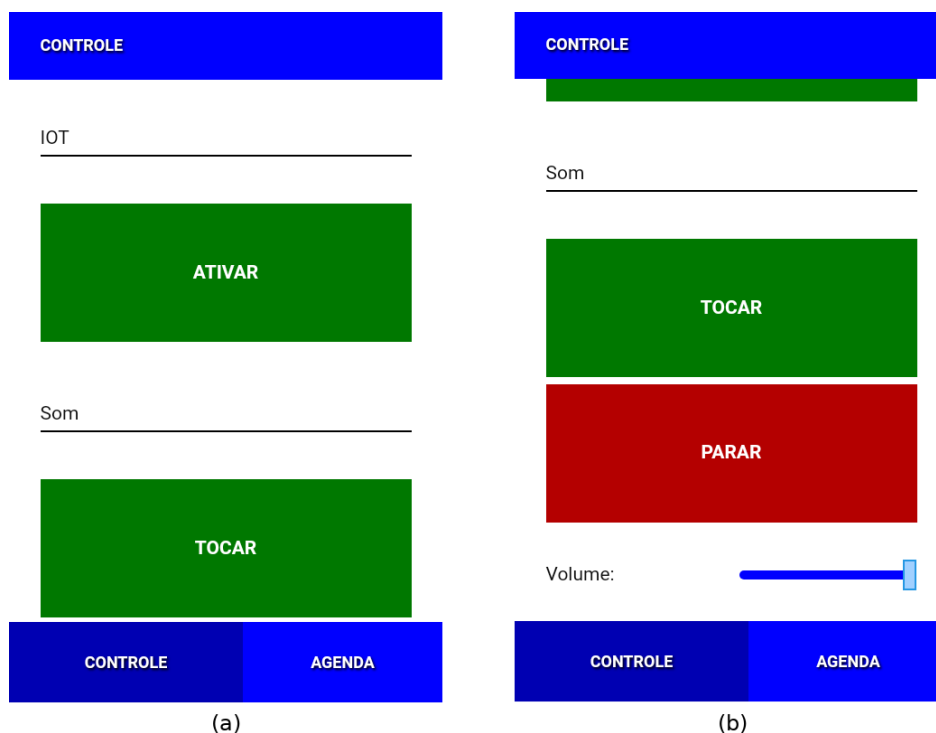
O sistema *web* foi escolhido como a aplicação da camada de interface. O desenvolvimento levou em consideração todos os cenários de coleta de dados, desde o controle manual do nó *iot* até o agendamento de horários das tarefas. O sistema conta, ao todo, com 3 (três) telas para interação com o usuário:

- Tela inicial (controle manual);
- Cadastro e atualização de agendamentos;
- Agendamento de horários.

6.1.1. Tela inicial: controle manual

A tela inicial é utilizada para controlar, de forma manual, o nó *iot* e o som de alerta aos frangos. Para controlar o nó *iot* é disponibilizado 1 (um) botão, cuja finalidade é enviar um comando ao nó *iot* para que ele forneça o alimento para as aves. Já para o controle do som, a tela conta com dois botões, para ativar e desativar, e um campo para controlar o volume do som. O botão para ativar o nó *iot* é mostrado na Fig. 14 (a). Já os botões de controle do som aparecem na Fig. 14 (b).

Figura 14 - Tela de controle manual do nó iot.



Fonte: PRÓPRIO (2019)

6.1.2. Cadastro e edição de agendamentos

O cadastro de agendamentos considera os dados sobre os dias da semana em que um evento ocorrerá, o horário, se um efeito sonoro será disparado e o tempo e intensidade em que ocorrerá. O preenchimento de um campo para o nome também é exigido, pois facilitará a identificação dos registros quando forem apresentados aos usuários. As Fig. 15 (a) e Fig. 15 (b) mostram a tela de edição, que corresponde também a tela de cadastro. A Fig 16 (a) e Fig. 16 (b) mostram as mensagens de sucesso e falha/erro na operação solicitada, respectivamente.

Figura 15 - Tela de cadastro e edição de agendamentos.

EDITAR EVENTO

Nome:

Horário: :

Domingo ☒

Segunda ☒

Terça ☒

Quarta ☒

Quinta ☒

Sexta ☒

SALVAR **CANCELAR**

(a)

EDITAR EVENTO

Quarta ☒

Quinta ☒

Sexta ☒

Sábado ☒

Som

Tocar: ☐

Volume:

Tempo: segundos

SALVAR **CANCELAR**

(b)

Fonte: PRÓPRIO (2019)

Figura 16 - Mensagens de sucesso (a) e erro/falha (b) nas operações de cadastro e edição de agendamentos.

EDITAR EVENTO

Quarta ☒

Quinta ☒

192.168.50.179 diz

SUCESSO

Salvo com sucesso!

OK

Tocar: ☐

Volume:

Tempo: segundos

SALVAR **CANCELAR**

(a)

EDITAR EVENTO

Quarta ☒

Quinta ☒

192.168.50.179 diz

OPERAÇÃO FALHOU

Algo inesperado ocorreu no servidor.

Verifique a corretude dos dados e tente mais tarde.

OK

Tocar: ☐

Volume:

Tempo: segundos

SALVAR **CANCELAR**

(b)

Fonte: PRÓPRIO (2019)

6.1.3. Agenda de horários

Após a criação dos agendamentos, uma lista dos registros é disponibilizada na tela agenda de horários. A Fig. 17 mostra como ocorre a listagem, apresentando o nome, horário e os dias programados para ocorrência do evento. A tela conta com campos de seleção para remover um ou mais agendamentos. Em caso de ao menos um agendamento ser selecionado, um botão vermelho é mostrado para solicitar a remoção do registro. Já no caso de nenhum campo ser selecionado, um botão verde é utilizado para abrir a tela de cadastro de um novo agendamento. Um link fica disponível no nome do agendamento para abrir a página de edição.

Figura 17 - Tela de listagem dos agendamentos para ocorrência de eventos do nó *iot*.



Fonte: PRÓPRIO (2019)

6.2. Protótipo nó *iot*

A proposta deste trabalho considera a implantação de um sistema para utilização em larga escala. A implementação da proposta, contudo, considera apenas um nó *iot*, desenvolvido como protótipo. Uma caixa de alimentação, também protótipo, foi montada para atender as necessidades do dispositivo. Na Fig. 18 é apresentada uma visão geral do

dispositivo em cima da caixa de alimentação. Já na Fig. 19 é possível a visualização geral do carrinho, sem a caixa de alimentação. Por último, a Fig. 20 mostra a parte externa superior do dispositivo, onde ficam armazenados os alimentos.

Figura 18 - Visão geral do nó iot e da caixa de alimentação.



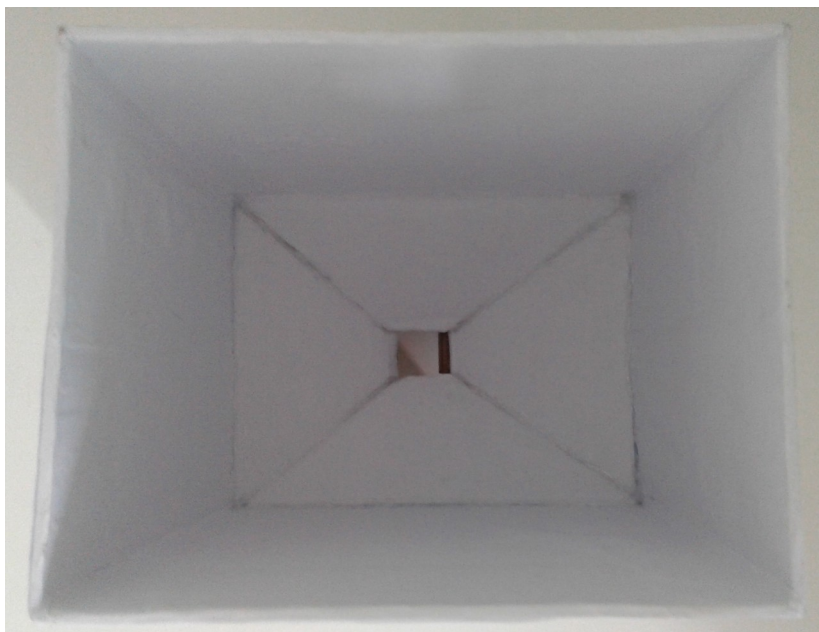
Fonte: PRÓPRIO (2019)

Figura 19 - Visão geral do nó iot.



Fonte: PRÓPRIO (2019)

Figura 20 - Parte externa superior do nó *iot*.



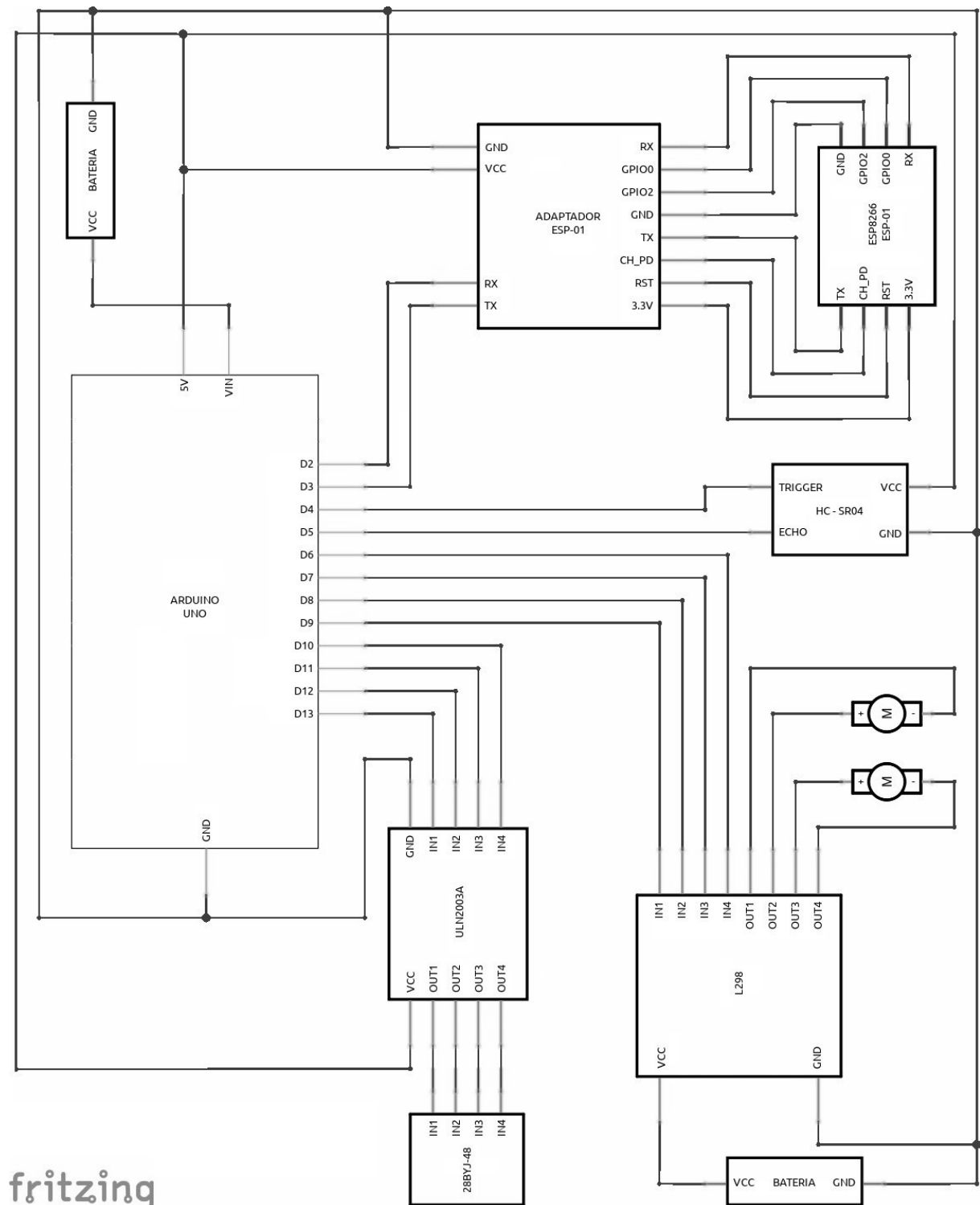
Fonte: PRÓPRIO (2019)

6.2.1. Esquema lógico do circuito eletrônico

Para o desenvolvimento do nó *iot* foram utilizados um arduino (UNO), dois motores dc de 210RPM, um driver para motores dc (L298N), uma antena wifi (ESP8266 ESP-01), um driver de motores de passos (ULN2003), um motor de passos (28BYJ-48) e um sensor de distância (HC-SR04). Na parte dianteira do carrinho foram instalados os dois motores dc, cada um conectado a uma roda plástica, e o sensor de distância. As duas rodas traseiras, por não se conectarem aos motores, foram interligadas através de um eixo. O motor de passos foi posicionado no centro do dispositivo, cuja finalidade é o controle da passagem dos alimentos. Na parte externa traseira do dispositivo é fixado o arduino e uma fonte de 6V, formada por 5 (cinco) pilhas AA de 1.2V (2600mAh).

Na Fig. 21 é apresentado o esquema lógico do nó *iot*. O arduino é conectado a antena ESP8266 ESP-01, ao driver L298N, ao driver ULN2003 e ao sensor HC-SR04. Uma fonte de 6V alimenta o driver L298N, e uma segunda fonte, também de 6V, alimenta o arduino. O arduino fica responsável por alimentar o driver ULN2003 e o sensor de distância, enquanto os motores são energizados pelos respectivos driver's.

Figura 21 - Esquema lógico do nó iot.



fritzing

Fonte: PRÓPRIO (2019)

6.2.2. Movimentação

O funcionamento do nó fica por responsabilidade do arduino. Ao receber o comando de acionamento, através da antena ESP8266 ESP-01, o arduino emite um sinal para o driver L298N para que este realize o acionamento dos motores dc. O acionamento dos motores fará com que o carrinho se movimente, em um sentido, até o sensor HC-SR04 detectar um obstáculo. Após a detecção, o arduino altera o sentido de movimentação do carrinho para que ele volte ao ponto de partida.

A movimentação do carrinho conta, ainda, com o uso da função `millis()`, da biblioteca arduino. O objetivo da função `millis()` é obter o intervalo de tempo entre a inicialização do arduino até o instante da chamada da função, cujos valores são fundamentais para o cálculo do tempo de movimentação. Para o cálculo, o algoritmo subtrai o valor obtido no início do trajeto pelo valor obtido no momento da detecção do obstáculo.

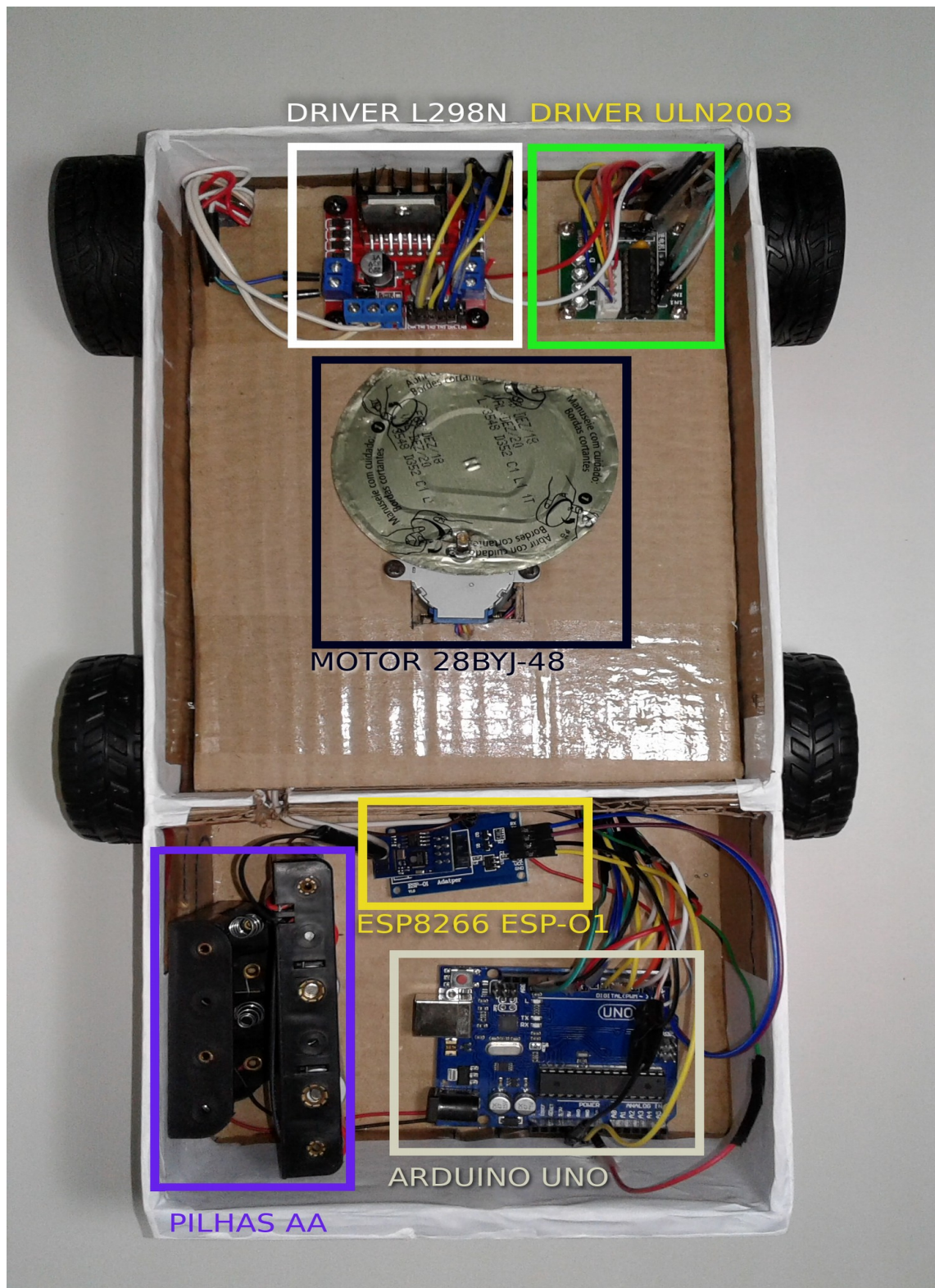
O retorno ao ponto de origem ocorre com o uso da função `delay()`, da biblioteca arduino, que recebe como parâmetro o tempo calculado anteriormente. A função `delay()` realiza a suspensão do arduino durante esse tempo, porém os motores dc continuam ligados. Ao despertar, o arduino desativa os motores dc para que o carrinho termine o processo de movimentação.

6.2.3. Reservatório

Além do acionamento dos motores dc, o arduino controla o driver ULN2003 para que seja aberta ou fechada a passagem do alimento. No momento em que os motores dc são acionados, o arduino emite um sinal ao driver ULN2003 para que o motor 28BYJ-48 faça um giro de 180 graus na horizontal, permanecendo (o motor) desativado até que o carrinho retorne ao ponto de origem. Ao retornar, o arduino determina que o motor 28BYJ-48 realize um giro de 180 graus no sentido inverso, e em seguida o motor é novamente desativado.

A Fig. 22 apresenta a parte interna do dispositivo, onde é possível visualizar o motor 28BYJ-48 conectado a uma placa de metal, para abrir e fechar o reservatório. Também é possível a visualização do driver L298N e do driver ULN2003, um pouco acima do motor 28BYJ-48. Abaixo do motor 28BYJ-48 estão o arduino, as pilhas AA e a antena ESP8266 ESP-01.

Figura 22 - Visão da parte interna do dispositivo iot.



Fonte: PRÓPRIO (2019)

6.3. Servidor

O servidor, responsável pelo gerenciamento dos dados, conta com 3 (três) sockets tcp/ip. O primeiro socket atua para troca de dados com a interface. O segundo se destina a recepção de dados enviados pela camada *iot*, e é utilizado para cadastrar um nó *iot* no servidor. O último socket atua como emissor, enviando os comandos de operação para todos os nós *iot* cadastrados.

A hospedagem do servidor é feita em um Raspberry Pi 3, que conta com um módulo wifi para comunicação wireless e entradas para conexões com dispositivos de hardware externos, como os alto falantes. Para o funcionamento da gerência de dados, o servidor conta com um banco de dados MySQL para o armazenamento de dados, recebidos da camada de interface, e processados pelo servidor. A Fig. 23 apresenta o esquema do banco de dados, que conta com a tabela *evento_agendamento*. Na tabela são armazenados os registros de agendamento dos dias e horários em que o nó *iot* irá operar, além da possível emissão de sons de alerta para as aves.

Figura 23 - Esquema do banco de dados utilizado para armazenar o agendamento de eventos do nó *iot*.



evento_agendamento ▼	
🔑	idAgendamento INT
💎	nome VARCHAR(30)
💎	horario TIME
💎	domingo BOOLEAN
💎	segunda BOOLEAN
💎	terca BOOLEAN
💎	quarta BOOLEAN
💎	quinta BOOLEAN
💎	sexta BOOLEAN
💎	sabado BOOLEAN
💎	somTocar BOOLEAN
💎	somTempoDuracao INT(2)
💎	somVolume INT(3)
Indexes ▶	

Fonte: PRÓPRIO (2019)

6.3.1. Comunicação entre interface e servidor

Para gerenciar as requisições, o servidor conta com a padronização da inserção (Fig. 24), remoção (Fig. 25), atualização (Fig. 26), seleção individual (Fig. 27) e seleção de todos os agendamentos de eventos da tabela evento. Desse modo, independente da aplicação da camada de interface, as solicitações devem seguir um modelo pré-definido para possibilitar a comunicação entre as camadas. A solicitação para seleção de todos os eventos possui apenas 1 (um) byte, correspondente ao caracter "e". Os dados, de ambas as operações, são definidos da seguinte forma:

- **Operação (op):** possui 1 (um) byte (caractere) para informar o tipo de operação a ser realizada. A Tab. 2 apresenta os valores de cada operação;
- **Dias da semana (d, s, t, q, q, s, s):** correspondem, juntos, ao conjunto de 7 bytes para habilitar/desabilitar o funcionamento do carrinho nos 7 dias da semana: domingo, segunda, terça, quarta, quinta, sexta e sábado, nessa ordem. Cada um dos 7 bytes conterá o valor 0, para desabilitar, ou 1, para habilitar;
- **Horário (hora, minuto):** retém um total de 4 bytes, que representam, juntos, a hora e minuto em que o agendamento ocorrerá. Os 2 primeiros bytes se referem a hora, no intervalo entre 0 e 23, e os dois últimos aos minutos, dentro do intervalo de 0 a 59;
- **Som (habilitado, volume, tempo de duração):** se referem a 1 byte para habilitação/desabilitação do alerta sonoro, 3 bytes para o intervalo entre 0 a 100 da intensidade do volume e de 2 bytes para o intervalo de tempo entre 0 a 59 segundos;
- **ID (id):** formado por 10 bytes para representar o código único de registro do agendamento (id), no banco de dados;
- **Nome (tamanho, nome):** possui um tamanho variável de bytes, que vai de 2 a 32 bytes. Os dois primeiros bytes correspondem ao tamanho do nome (ilustrado na sequência com a letra N), que pode variar de 0 a 30 caracteres. Os bytes seguintes são preenchidos com os caracteres do nome.

Figura 24 - Pacote de solicitação para registrar um agendamento.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	N
"a"	D	S	T	Q	Q	S	S	HORA	MINUTO	H A B	VOLUME	TEMPO DE DURAÇÃO	TAMANHO (N)	NOME						
OP.	DIAS DA SEMANA							HORÁRIO			SOM			NOME DO EVENTO						

Fonte: PRÓPRIO (2019)

Figura 25 - Pacote de solicitação para remover um agendamento.

0	1	3	4	13°N
"b"	NÚMERO (N)		ID	
OP.	ID			

Fonte: PRÓPRIO (2019)**Figura 26** - Pacote de solicitação para editar os dados de um agendamento.

0	1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29	30	N
"c"	ID	D	S	T	Q	Q	S	S	HORA	MINUTO	H A B	VOLUME	TEMPO DE DURAÇÃO	TAMANHO (N)	NOME							
OP.	ID	DIAS DA SEMANA				HORÁRIO				SOM				NOME DO EVENTO								

Fonte: PRÓPRIO (2019)**Figura 27** - Pacote de solicitação dos dados de um agendamento.

0	1	10
"d"	ID	
OP.	ID	

Fonte: PRÓPRIO (2019)**Tabela 2** - Bytes de identificação enviados na mensagem da interface para o servidor.

Operação	Byte de comando
Inserir	a
Remover	b
Editar	c
Selecionar evento	d
Selecionar todos os eventos	e

Fonte: PRÓPRIO (2019)

A troca de dados conta, ainda, com os padrões para o envio da resposta do servidor para a interface. Os modelos de dados são os mesmos utilizados para representar as solicitações da interface para o servidor. As respostas para solicitação de inserção, remoção e

atualização correspondem a 1 (um) byte contendo o valor 0 (zero), para erro/falha, ou o valor 1 (um), para sucesso. Já as respostas para seleção de um agendamento ou de todos os agendamentos são representadas pelas Fig. 28 e Fig. 29, respectivamente.

Figura 28 - Resposta do servidor para a solicitação dos dados de um agendamento.

0	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	N
ID	D	S	T	Q	Q	S	S	HORA	MINUTO	TAMANHO (N)	NOME					
ID	DIAS DA SEMANA							HORÁRIO		NOME DO EVENTO						

Fonte: PRÓPRIO (2019)

Figura 29 - Resposta do servidor para a solicitação dos dados de todos os agendamentos.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	N
D	S	T	Q	Q	S	S	HORA		MINUTO		H A B	VOLUME		TEMPO DE DURAÇÃO		TAMANHO (N)		NOME	
DIAS DA SEMANA							HORÁRIO					SOM					NOME DO EVENTO		

Fonte: PRÓPRIO (2019)

6.3.2. Comunicação entre servidor e *iot*

A comunicação entre o servidor e o nó *iot* ocorre em duas etapas, sendo a primeira de configuração e a segunda de controle. A primeira etapa consiste no recebimento de uma solicitação, do nó *iot* ao servidor, para que o servidor comece a enviar comandos de controle ao dispositivo. Ao receber a solicitação o servidor armazena o endereço de rede do dispositivo em uma lista, e assim que um comando tenha de ser enviado, o servidor o envia a todos os nós cadastrados na lista.

O comando esperado por um nó *iot* corresponde a um byte de controle: caractere "a". O recebimento do comando força o dispositivo a percorrer a caixa de alimentação, e durante o percurso deve-se liberar o alimento armazenado. Qualquer dado diferente do caractere "a" será ignorado. Em caso do nó já estiver realizando uma operação, o caractere "a" também será ignorado até que a tarefa seja finalizada.

7. Conclusão e trabalhos futuros

Nessa seção são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros. Na subseção 7.1 são descritos os resultados obtidos com o desenvolvimento deste trabalho. Na seção 7.2 são apresentados possíveis problemas que poderiam ser solucionados futuramente, com base nos resultados apresentados nesse trabalho.

7.1. Conclusão

O objetivo deste trabalho foi contribuir com a avicultura orgânica, e para isso foram propostas ferramentas que possibilitam a automação parcial da criação de frangos. O trabalho levou em consideração o tempo exigido para alimentar as aves de forma manual, em conjunto com o crescente interesse em produtos orgânicos. Um levantamento foi realizado para encontrar ferramentas que pudessem auxiliar na criação de um alimentador de frangos, resultando em 5 (cinco) trabalhos correlatos, mencionados no Cap. 4. Considerando o levantamento realizado, a proposta e implementação de um sistema inteligente, que gerencia o fornecimento dos alimentos, foram apresentados nos Cap. 5 e Cap. 6. Considerando, ainda, o grande número de aves que devem ser atendidas, o trabalho tratou da implementação para um contexto em larga escala.

O desenvolvimento da proposta, em grande parte, se dá pelo projeto de um dispositivo *iot*. O dispositivo é responsável por cumprir com o papel de repositor do alimento dentro de uma caixa de alimentação (utilizada para alimentação das aves). Um servidor, em conjunto com um sistema web, foram instalados na *fog* e utilizados em conjunto para gerenciar o dispositivo *iot*. O usuário cadastra as informações necessárias, através do sistema web, como os dias e horários de atuação do nó *iot*, e o servidor as processa e se encarrega por controlar o dispositivo *iot*.

Alguns problemas surgiram durante a etapa de implementação do protótipo, do nó *iot*, e gerou a necessidade da realização da troca de equipamentos de hardware. Inicialmente foram utilizadas antenas NRF24L01 para comunicação entre a *fog* e os dispositivos *iot*, porém uma sequência de erros levaram a substituição desta antena pela antena wifi ESP8266 ESP-01. Já no processo de finalização do protótipo, um problema de alimentação forçou a separação da fonte de energia entre o arduino UNO e os motores DC, pois ao realizar a inversão do sentido de movimentação dos motores o arduino sofria um processo de reinicialização.

7.2. Trabalhos futuros

A proposta para automação da alimentação de frangos, apresentadas neste trabalho, consideram o controle dos alimentos enquanto ainda estão estocados ou sendo liberados. Contudo, os cuidados necessários com as sobras não foram devidamente realizados. Desse modo, um trabalho futuro deveria considerar o gerenciamento inteligente dessas sobras, para que possíveis parasitas, como os ratos, não tenham acesso aos alimentos.

Além do aprimoramento da ferramenta, um estudo sobre o uso em outros animais poderia ser realizado. O trabalho é motivado pela criação de frangos, porém animais domésticos, como cães e gatos, talvez possam ser alimentados pelo equipamento.

Por fim, apesar do protótipo apresentado depender do uso de pilhas AA, a economia sobre o consumo de energia não foi considerada na implementação. Um estudo sobre os gastos realizados, além de medidas para diminuição desses gastos, poderiam ser exploradas para melhorar a eficiência do dispositivo.

REFERÊNCIAS

ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Avaliação do bem estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 5, p. 1388-1394, 2007.

AMMAD-UDDIN, M.; AYAZ, M.; AGGOUNE, E-H.; SAJJAD, M. Wireless sensor network: A complete solution for poultry farming. *2014 IEEE 2nd International Symposium on Telecommunication Technologies (ISTT)*, v. , n. , p. 321-325, 2014.

ANOMALY, J. What's Wrong With Factory Farming? *Public Health Ethics*, v. 8, n. 3, p. 246-254, 2015.

APAOLAZA, V.; HARTMANN, P.; SOUZA, C.; LÓPEZ, C. M. Eat organic – Feel good? The relationship between organic food consumption, health concern and subjective wellbeing. *Food Quality and Preference*, v. 63, n. , p. 51-62, 2018.

Avicultura sofrerá com mudanças climáticas - Portal Embrapa. Disponível em: <www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7546116/avicultura-sofrera-com-mudancas-climaticas>. Acesso em ago. 2018.

BARACHO, M. S.; NAAS, I. A.; BETIN, P. S.; MOURA, D. J. Factors that Influence the Production, Environment, and Welfare of Broiler Chicken: A Systematic Review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 20, n. 3, p. 617-624, 2018.

BERG, C. Health and Welfare in Organic Poultry Production. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 43, n. 1, p. 37-45, 2002.

BRASIL. Decreto Federal 6. 323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 10831, de 23 de dezembro de 2003. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2003. Seção 1, p. 8.

CASSUCE, D. C.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; ZOLNIER, S.; CECON, P. R.; VIEIRA, M. F. A. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. , v. 33, n. 1, p. 28-36, 2013.

CHEN, Y.; AZHARI, M. Z.; LEU, J. Design and implementation of a power consumption management system for smart home over fog-cloud computing View Document. *2018 3rd International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG)*, v. , n. , p. , 2018.

CHIEN, Y-R.; CHEN, Y-X. An RFID-Based Smart Nest Box: An Experimental Study of Laying Performance and Behavior of Individual Hens. *SENSORS 2018*, v. 18, n. 3, p. 859-870 , 2018.

CHIEOCHAN, O.; SAOKAEW, A.; BOONCHIENG, E. IOT for smart farm: A case study of the Lingzhi mushroom farm at Maejo University. *2017 14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, v. , n. , p. , 2017.

DAMASCENO, F. A.; CASSUCE, D. C.; ABREU, L. H. P.; SCHIASSI, L.; TINÔCO, I. F. F. Effect of thermal environment on performance of broiler chickens using fuzzy modeling. *Revista Ceres*, v. 64, n. 4, p. 337-343, 2017.

DIAS, A. N.; MACIEL, M. P.; AIURA, A. L. O.; AROUCA, C. L. C.; SILVA, D. B.; MOURA, V. H. S. Linhagens de frangos caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 12, p. 2010-2017, 2016.

FELTES, M. M. C.; ARISSETO-BRAGOTTO, A. P.; BLOCK, J. M. Food quality, food-borne diseases, and food safety in the Brazilian food industry. *Food Quality and Safety*, v. 1, n. 1, p. 13-27, 2017.

FIGUEIREDO, E. A. P.; SOARES, J. P. G. Sistemas orgânicos de produção animal: dimensões técnicas e econômicas. *Anais da 49a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. , n. , p. - , 2012.

GIFFORD, K.; BERNARD, J. C. The effect of information on consumers' willingness to pay for natural and organic chicken. *International Journal of Consumer Studies*, v. 35, n. 3, p. 282-289, 2011.

GUPTA, H.; DASTJERDI, A. V.; GHOSH, S. K.; BUYYA, R. iFogSim: A toolkit for modeling and simulation of resource management techniques in the Internet of Things, Edge and Fog computing environments. *Journal of Software: Practice and Experience*, v. 47, n. 9, p. 1275-1296, 2017.

HONKANEN, P.; VERPLANKEN, B.; OLSEN, S. O. Ethical values and motives driving organic food choice. *Journal of Consumer Behaviour*, v. 5, n. 5, p. 420-430, 2006.

KHALIL, I. M.; KHREISHAH, A.; AZEEM, M. Cloud Computing Security: A Survey. *Computers*, v. 3, n. 1, p. 1-35, 2014.

LOUZADA, M. L. C.; RICARDO, C. Z.; STEELE, E. M.; LEVY, R. B.; CANNON, G.; MONTEIRO, C. A. The share of ultra-processed foods determines the overall nutritional quality of diets in Brazil. *Public Health Nutrition*, v. 21, n. 1, p. 94-102, 2017.

MEAH, K.; FORSYTH, J.; MOSCOLA, J. A Smart Sensor Network for an Automated Urban Greenhouse. *2019 International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST)*, v. , n. , p. 23-27, 2019.

MELL, P.; GRANCE, T. The NIST Definition of Cloud Computing. *National Institute of Standards and Technology*, v. , n. , p. , 2011.

MOURA, G. R. S.; MENDONÇA, M. O.; SALGADO, H. R.; CASTRO, J. O.; SOUZA, R. T. Galinhas semipesadas em postura criadas sobre diferentes tipos de cama. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 18, n. 2, p. 378-387, 2017.

MUKHERJEE, M.; SHU, L.; WANG, D. Survey of Fog Computing: Fundamental, Network Applications, and Research Challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, v. 20, n. 3, p. 1826-1857, 2018.

MUNIR, A.; KANSAKAR, P.; KHAN, S. U. IFCIoT: Integrated Fog Cloud IoT: A novel architectural paradigm for the future Internet of Things. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, v. 6, n. 3, p. 74-82, 2017.

NAVANEETH, B. S.; MURTY, A. K. AUTOMATIC POULTRY FEEDER. *International Journal of Advance Engineering and Research Development*, v. 2, n. 7, p. 338-343, 2015.

PERALA, S. S. N.; GALANIS, I.; ANAGNOSTOPOULOS, I. Fog Computing and Efficient Resource Management in the era of Internet-of-Video Things (IoVT). 2018 *IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*, v. , n. , p. , 2018.

PEREIRA, D. C. O.; MIRANDA, K. O. S.; FILHO, L. C. D.; PEREIRA, G. V.; PIEDADE, S. M. S.; BERNO, P. R. Presence of roosters in an alternative egg production system aiming at animal welfare. *Brazilian Journal of Animal Science*, v. 46, n. 3, p. 175-184, 2017.

PSD Online. Disponível em: <apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>. Acesso em ago. 2018.

RAY, P. 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.

ROCHA, J. S. R.; LARA, L. J. C.; BAIÃO N. C. PRODUÇÃO E BEM-ESTAR ANIMAL - ASPECTOS ÉTICOS E TÉCNICOS DA PRODUÇÃO INTENSIVA DE AVES. *Ciência Veterinária nos Trópicos*, v. 11, n. 1, p. 49-55, 2008.

ROMAN, R.; LOPEZ, J.; MASAHIRO, M. Mobile edge computing, Fog et al.: A survey and analysis of security threats and challenges. *Future Generation Computer Systems*, v. 78, n. 2, p. 680-698, 2018.

ROSSA, L. S.; STERTZ, S. C.; MACEDO, R. E. F. Regulamentação, mercado e qualidade da carne de frango orgânico no Brasil – Revisão. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, v. 10, n. 1, p. 29-44, 2012.

SAMPAIO, H. V.; JESUS, A. L. C.; BOING, R. N.; WESTPHALL, C. B. Autonomic IoT Battery Management with Fog Computing. v. , n. , p. , 2019.

SILVA, M. A. N.; FILHO, P. H.; ROSÁRIO, M. F.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M.; GARCIA, A. A. F.; SILVA, I. J. O.; MENTEN, J. F. M. Influência do Sistema de Criação sobre o Desempenho, a Condição Fisiológica e o Comportamento de Linhagens de Frangos para Corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 1, p. 208-213, 2003.

SINGH, S.; JEONG, Y-S.; PARK, J. H. A survey on cloud computing security: Issues, threats, and solutions. *Journal of Network and Computer Applications*, v. 75, n. , p. 200-222, 2016.

SOH, Z. H. C.; ISMAIL, M. H.; OTTHAMAN, F. H.; SAFIE, M. K.; ZUKRI, M. A. A.; ABDULLAH, S. A. C. Development of automatic chicken feeder using Arduino Uno. *2017 International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering (ICEESE)*, v. , n. , p. 120-124, 2017.

STERGIOU, C.; PSANNIS, K. E.; KIM, B-G.; GUPTA, B. Secure integration of IoT and Cloud Computing. *Future Generation Computer Systems*, v. 78, n. 3, p 964-975, 2018.

VOGADO, G. M. S.; VOGADO, K. T. S.; FONSECA, W. J. L.; FONSECA, W. L.; VOGADO, W. F.; OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, N. M.; LUZ, C. S. M. EVOLUÇÃO DA AVICULTURA BRASILEIRA. *Nucleus Animalium*, v. 8, n. 1, p. 49-58, 2016.

XU, L. D.; HE, W.; LI, S. Internet of Things in Industries: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, v. 10, n. 4, p. 2233-2243, 2014.

WU, W-C.; CHENG, K-C.; LIN, P-Y. A remote pet feeder control system via MQTT protocol. *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)*, v. , n. , p. 487-489, 2018.

ZANDER, K.; HAMM, U. Consumer preferences for additional ethical attributes of organic food. *Food Quality and Preference*, v. 21, n. 5, p. 495-503, 2010.

ZANELLA, A.; BUI, N.; CASTELLANI, A.; VANGELISTA, L.; ZORZI, M. Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 1, n. 1, p. 22-32, 2014.

ZANINELLI, M.; REDAELLI, V.; TIRLONI, E.; CRISTIAN, B.; DELL'ORTO, V.; SAVOINI, G. First Results of a Detection Sensor for the Monitoring of Laying Hens Reared in a Commercial Organic Egg Production Farm Based on the Use of Infrared Technology. *SENSORS*, v. 16, n. 10, p. , 2016.