

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

DIEGO ALVES LAZARINI

**MONITORAMENTO E ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DE ANIMAIS  
UTILIZANDO O CONCEITO DE IOT**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO  
2020

DIEGO ALVES LAZARINI

**MONITORAMENTO E ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DE ANIMAIS  
UTILIZANDO O CONCEITO DE IOT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Henrique Cunha Palácios

Coorientador: Prof. Dr. Wagner Fontes Godoy.

CORNÉLIO PROCÓPIO  
2020



**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
**Campus Cornélio Procópio**  
**Departamento Acadêmico de Elétrica**  
**Curso de Engenharia Elétrica**



## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Diego Alves Lazarini**

### **Monitoramento e alimentação automática de animais utilizando o conceito de IoT**

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 16:00hs do dia 15/10/2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista no programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof(a). Dr(a). Rodrigo Henrique Cunha Palacios - Presidente (Orientador)

---

Prof(a). Dr(a). Wagner Fontes Godoy - (Coorientador)

---

Prof(a). Esp. José Roberto Shimazaki - (Membro)

---

Prof(a). Dr(a). Silvio Aparecido de Souza - (Membro)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me concedido tantas graças, a minha mãe **Rosangela**, ao meu irmão **Vinicius** e a minha namorada **Beatriz** por sempre terem confiado no meu potencial e me apoiarem em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me iluminar, proteger e por ter me dado forças para continuar.

Agradeço a minha família por me apoiar sempre e me incentivar, em especial a minha mãe que me incentivou muito a cursar um curso superior e não mediu esforços para me auxiliar.

Agradeço ao meu irmão por sempre me inspirar a fazer o que eu gosto e cuidar de mim, mesmo de longe.

Agradeço a minha namorada por me apoiar, incentivar e me ajudar sempre que precisei.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Henrique Cunha Palácios por ter me auxiliado durante essa etapa e pelas dicas dadas para aperfeiçoamento do meu trabalho.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq – Brasil.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento aos meus amigos, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“A tecnologia move o mundo”  
(JOBS, Steve).

LAZARINI, Diego Alves. **Monitoramento e alimentação automática de animais utilizando o conceito de IoT**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia Elétrica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2020.

## RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo desenvolver um protótipo de um comedouro inteligente utilizando o conceito de IoT, com acionamento automático, obtenção e gravações de dados, a partir de um sistema desenvolvido em programação C, além do desenvolvimento de um software para esse controle. Devido a importância da alimentação do animal ser regulada e a ausência do seu cuidador(a) no dia a dia, se faz necessário a realização de uma forma mais prática e controlada nos cuidados com os pets, a fim de se obter uma melhoria na saúde do animal e do seu bem-estar. Os resultados de execução do protótipo se mostraram promissores conforme verificado nos testes funcionais sendo capaz de realizar a tarefa de disponibilizar o alimento aos animais de forma prática e eficaz.

**Palavras-chave:** Comedouro inteligente. Comedouro digital. Alimentador automático. IoT.

LAZARINI, Diego Alves. **Monitoramento e alimentação automática de animais utilizando o conceito de IoT**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia Elétrica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2020.

### **ABSTRACT**

This Work Course Conclusion aimed to develop a prototype of an intelligent feeder using the concept of IoT, with automatic activation, data acquisition and recording, from a system developed in C programming, and the development of software for this control. Due to the importance of the animal's diet being regulated, and the absence of its caregiver on a daily basis, more practical and controlled pet care is needed, in order to achieve an improvement in the animal's health and welfare. The results of the prototype's execution were promising as verified in the functional tests being able to carry out the task of making food available to animals in a practical and effective way.

**Keywords:** Smart feeder. Digital feeder. Automatic feeder. IoT



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Software Arduino IDE .....	19
Figura 2: Hierarquia do bem-estar canino .....	22
Figura 3: Placa WeMos D1 R2 .....	26
Figura 4: DYP-ME003 .....	27
Figura 5: Célula de carga .....	28
Figura 6: Módulo Hx711 .....	29
Figura 7: E18K-D80NK .....	30
Figura 8: Motor de passo e driver do motor de passo .....	31
Figura 9: Buzzer .....	32
Figura 10: Botão.....	33
Figura 11: Fonte de Alimentação .....	33
Figura 12: Protobard 400 pontos.....	34
Figura 13: Diagrama de divisão do projeto .....	36
Figura 14: Estrutura Interna.....	37
Figura 15: Estrutura com a carcaça .....	37
Figura 16: Processo de cortes.....	38
Figura 17: Círculo para a rosca .....	38
Figura 18: Rosca do tipo helicoidal .....	39
Figura 19: Estrutura em processo de conexão.....	39
Figura 20: Diagrama de entradas e saídas .....	41
Figura 21: Menu e submenus do aplicativo .....	42
Figura 22: Suporte motor de passo .....	43
Figura 23: Estrutura final .....	46
Figura 24: Tela principal.....	48
Figura 25: Tela de monitoramento .....	49

Figura 26: Tela de configurações .....	50
Figura 27: Tela de conexão.....	51
Figura 28: Tela de alimentar o pet .....	52
Figura 29: Tela de estoque.....	53
Figura 30: Tela de ajuda .....	54
Figura 31: Tela de agendar horário .....	55
Figura 32: Tela de controle .....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade sugerida para cachorros filhotes .....	23
Tabela 2: Quantidade sugerida para cachorros adultos .....	24
Tabela 3: Especificações do sensor DYP-ME003 .....	28
Tabela 4: Especificações da célula de carga .....	29
Tabela 5: Especificações do módulo Hx711 .....	29
Tabela 6: Especificações do sensor E18K-D80NK .....	30
Tabela 7: Especificações do motor de passo NEMA 17 .....	31
Tabela 8: Especificações do A4988 .....	31
Tabela 9: Especificações do Buzzer .....	32
Tabela 10: Especificações da fonte de alimentação .....	33
Tabela 11: Teste de precisão DYP-ME003 .....	44
Tabela 12: Teste de precisão E18K-D80NK .....	44
Tabela 13: Teste de precisão da balança .....	44
Tabela 14: Tempo de resposta do protótipo .....	45
Tabela 15: Características físicas do protótipo .....	46
Tabela 16: Quantidade de ração despejada .....	47
Tabela 17: Quantidade de ração despejada média .....	47

## LISTA DE SIGLAS

H2M	<i>Human-to-Machine</i> - Sistema homem-máquina
M2M	<i>Machine-to-Machine</i> – Máquina a Máquina
IoT	<i>Internet Of Things</i> – Internet das coisas
PIB	Produto Interno Bruto
ABIN- PET	Associação Brasileira Da Indústria De Produtos Para Animais de Estimação
ABINC	Associação Brasileira de Internet Das Coisas
USF	Universidade de São Francisco
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
IHM	Interface Homem Máquina
PET	Animal de estimação
I2C	Inter-Integrated Circuit – Circuito Inter-Integrado

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	13
1.1	Identificação do Problema	14
1.2	Justificativa	15
1.3	Trabalhos correlatos	15
1.4	Objetivos	16
1.4.1	Objetivo Geral	16
1.4.2	Objetivos Específicos	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRAFICA</b>	17
2.1	Automação	17
2.2	Computação física	17
2.3	Arduino e ESP8266	18
2.4	IDE	18
2.5	PROGRAMAÇÃO C/C++ E HTML	19
2.6	IoT	20
2.7	IHM	21
2.8	Aplicativos	21
2.9	Sistema Operacional Android	21
2.10	Alimentação e bem-estar do Animal	21
2.10.1	Quantidade Adequada	23
2.10.2	Material Adequado	24
<b>3</b>	<b>MATERIAIS</b>	26
3.1	Microcontrolador	26
3.2	Sensores	27
3.2.1	Sensor de presença	27
3.2.2	Sensor de peso e módulo Hx711	28
3.2.3	Sensor de proximidade	29
3.3	Componentes de saída	30
3.3.1	Motor de passo e driver do motor de passo	30
3.3.2	Buzzer	32
3.4	Botão	32
3.5	Fonte de alimentação	33

3.6	Protoboard.....	34
3.7	Estrutura.....	34
4	<b>METODOLOGIA</b> .....	36
4.1	Parte mecânica.....	36
4.2	Parte eletrônica .....	40
4.3	Interface de comunicação e Software .....	41
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	44
6	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	57
	Referências .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

A automação humana e mecanizada refere-se ao controle sobre uma máquina através de restrições, monitoramentos e comandos para alcançar a sua devida função, formando assim um sistema H2M (*Human-to-Machine*). A automação tem como objetivo, por exemplo, buscar uma melhoria em uma tarefa, economizando tempo e aumentando sua eficácia.

O sistema H2M pode ser interligado ao sistema M2M (*Machine-to-Machine*) formando assim uma hiperconectividade que é enquadrado no conceito de IoT.

A IoT (*internet of things*) é um conjunto de tecnologias e protocolos associados que permitem que objetos se conectem a uma rede de comunicações e são identificados e controlados através desta conexão de rede (CAVALLI, 2016).

O mercado de IoT vem em grande crescimento no Brasil e no mundo, e pode se tornar um importante componente da economia futura. De acordo com a Global Data, o mercado global da tecnologia da Internet das Coisas (IoT), que consiste de software, serviços, conectividade e dispositivos deverá atingir US\$ 318 bilhões até 2023, a uma taxa composta de crescimento anual de 20% (ABINC, 2019).

Outro mercado em ascensão é o mercado animal, um mercado que se mantém estável devido a interação entre humanos e animais. Hoje, o mercado pet já representa 0,36% do PIB brasileiro, à frente dos setores de utilidades domésticas e automação industrial. Em 2018, a indústria de produtos para animais de estimação faturou R\$ 20,3 bilhões. Em 2006, esse número era de R\$ 3,3 bi (ABINPET, 2019).

O Brasil tem a segunda maior população de cães, gatos e aves canoras e ornamentais em todo o mundo e é o terceiro maior país em população total de animais de estimação. São 54,2 milhões de cães, 23,9 milhões de gatos, 19,1 milhões de peixes, 39,8 milhões de aves e mais 2,3 milhões de outros animais (ABINPET, 2019). A partir destes dados observa-se que cães e gatos compõem um total aproximado de 78,11 milhões, o que equivale a 56,07% do total de animais de estimação.

A alimentação e nutrição do animal é um dos fatores essenciais para a saúde e bem-estar do mesmo, assim como o seu desenvolvimento. Normalmente, o método de consumo dos pets é o consumo livre, no qual o dono do animal coloca uma certa quantidade de comida ao sair de sua casa e renova ao fim do dia ou quando a mesma se esgotar. Porém, esse método não é muito recomendado, pois quando a ração fica exposta o dia todo, pode desenvolver fungos, bactérias, e também atrair outros animais como formigas e baratas. Outro problema encontrado nessa prática é que o pet pode se alimentar em excesso, podendo ocasionar obesidade ou outras doenças.

No mercado atual as empresas desenvolveram comedouros automáticos de dois tipos diferentes, o comedouro por gravidade e o comedouro digital. Os comedouros por gravidade não possuem um controle da dosagem de ração, de forma que quando o animal se alimenta a ração continua sendo despejada, fazendo assim com que o animal se alimente em excesso ou a ração fique exposta e a maior parte dos comedouros digitais disponíveis no mercado atualmente, apesar de seu preço ser consideravelmente alto, a principal finalidade é efetuar o controle de dosagem, não contendo uma monitoração adicional desejada para um monitoramento mais amplo das atividades nutricionais.

O presente trabalho tem como finalidade o desenvolvimento de um protótipo de um comedouro digital, baseando nos conceitos de computação autônoma de forma a organizar a coleta e processamento de dados, assim como o controle de dosagem, permitindo assim um monitoramento facilitado.

## **1.1 Identificação do Problema**

Atualmente uma grande parte da população brasileira passa mais da metade do dia fora de sua casa ou ausenta-se para viagens de pequeno período, e se possuidores de pets, não conseguem manter a alimentação regulada de seu animal. Devido a importância da alimentação regulada do animal, tem-se a necessidade em se manter um controle da quantidade correta de dosagem e do horário que o animal deve se alimentar, para que ocorra a prevenção de doenças e melhora do seu bem-estar.



A maioria dos comedouros automático atuais no mercado brasileiro fazem apenas a dosagem automática ou programada, não tendo em si, um controle através de sensores, processamento e armazenamento de dados.

## **1.2 Justificativa**

Devido à importância da alimentação dos pets, em manter uma alimentação saudável e adequada, um comedouro inteligente se mostra como uma alternativa. Nos dias atuais, uma grande parte da população brasileira possui um aparelho celular e faz uso dele no dia a dia. Visando o aumento do mercado dos pets, este trabalho propõe o desenvolvimento de um software que proporcione uma IHM (interface homem máquina) para o controle do comedouro. Dessa forma, a utilização de sensores para monitoramento e manipulação dos dados na nuvem, tende a facilitar o processo de visualização do comportamento da alimentação do animal, com possibilidade de controlar com maior eficiência a saúde e bem-estar do pet.

## **1.3 Trabalhos correlatos**

Existem alguns projetos já desenvolvidos de comedouro inteligentes. Um deles é o trabalho feito por alunos da Universidade São Francisco (Almeida, 2016) que é o comedouro automatizado para cães no ano de 2016. Este projeto tem aspectos bem semelhantes ao proposto neste trabalho, tais como o controle do comedouro através de um software e o método de acionamento. Porém, este trabalho propõe algumas melhorias, como: a visualização do nível do recipiente, o buzzer para o animal associar o som ao despejo de ração, distribuição manual de ração, entre outras melhorias na parte do software e programação.

Outro projeto desenvolvido é o protótipo de um alimentador automático para animais domésticos – Gingapets feitos por alunos do Instituto Federal de Santa Catarina no ano de 2017 (Buogo, 2017). Esse projeto contém um alimentador e bebedouro automático para o pet, porém não utiliza um software como interface de controle, fazendo o seu controle apenas por agendamento a partir de um microcontrolador.

## **1.4 Objetivos**

Nesta seção será apresentado o objetivo geral e específico deste trabalho.

### **1.4.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de um comedouro inteligente para animais domésticos controlado por um software a partir da utilização do microcontrolador e do conceito de IoT.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Aprimorar e estudar sobre a programação em C;
- Realizar um estudo bibliográfico sobre alimentação saudável de animais domésticos;
- Desenvolver o esquema elétrico do hardware para monitoração do animal através de sensores;
- Desenvolver o esquema elétrico do hardware para acionamento do motor de passo;
- Implementar a programação no microcontrolador através da IDE;
- Projetar o software de gerenciamento;
- Construir um protótipo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Automação**

“Automação é a substituição do trabalho humano ou animal por máquina. Automação é a operação de máquina ou de sistema automaticamente ou por controle remoto, com a mínima interferência do operador humano. Automação é o controle de processos automáticos. Automático significa ter um mecanismo de atuação própria, que faça uma ação requerida em tempo determinado ou em resposta a certas condições.” (RIBEIRO, 2001, pg.1).

A automação é um sistema de controle que engloba sistemas e funções visando o aperfeiçoamento da execução de um processo, podendo esse processo ser mecânico, elétrico, digital, etc.

Os sistemas de automação são uma realidade nos dias de hoje, em empresas, indústrias e até em casas, eles têm a função de executar uma tarefa de modo mais eficiente e prático possível. A maioria dos sistemas de automação é assisado com uma IHM que tem como objetivo ler ou controlar sinais e dados de uma determinada máquina.

### **2.2 Computação física**

Computação física é uma tradução literal de uma área de pesquisa conhecida como Physical Computing. Ela pode ser definida como a capacidade de associar dados analógicos e digitais através de um processo chamado transdução. A transdução consiste na “conversão de formas de energia física em tensão elétrica variável, e recebe este nome devido ao elemento de conversão chamado transdutor” (IGOE, 2004).

Em outras palavras Computação física é o uso de equipamentos eletrônicos e softwares para que ocorra a comunicação entre os seres humanos e os computadores através de uma linguagem de comunicação.

### 2.3 Arduino e ESP8266

A placa Wemos D1 R2 é uma placa compatível com arduino e com nodeMCU sendo esta uma plataforma de prototipagem eletrônica controlada pelo módulo ESP8266 composta por duas partes, a parte de software e a parte de hardware, com o objetivo de permitir o desenvolvimento de controle de sistemas interativos.

Segundo (BANZI, 2011, pg 17) Arduino é uma plataforma de computação física de fonte aberta, com base em uma placa simples de entrada/saída (input/output, ou I/O). O Arduino pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes, ou conectado a softwares de seu computador, podendo ser controlado através de programação C onde utilizamos o software IDE para fazer a transferência da programação para a placa.

Outra característica importante do arduino e sua família é que todo o software, bibliotecas e hardware é open-source, ou seja, pode ser usado por todos, de forma totalmente gratuita.

ESP8266 é um microcontrolador com sistema de Wi-Fi embutido, ele se conecta à rede através de conexões TCP/IP usando comandos AT. As conexões TCP/IP usam o modelo de comunicação cliente/servidor.

Projetado pela Espressif Systems e fabricado pela Ai-Thinker, o chip é muito popular em projetos de automação e que utilizariam um Arduino, mas precisam de conectividade com a internet (ATHOSLETRONICS,2020).

### 2.4 IDE

IDE, sigla para Integrated Development Environment (Ambiente de desenvolvimento Integrado), é um software oficial utilizado para compilar, editar e carregar o código para os microcontroladores, e também é programável na linguagem C.

Ele é de código aberto e está prontamente disponível para instalar e começar a compilar o código em movimento (FEZARI,2018, pg. 2).

Na Figura 1 podemos observar sua estrutura e seus menus, sendo eles por ordem da esquerda para direita os menus: arquivo, editar, sketch, ferramentas e ajuda. Embaixo dos menus temos cinco funções sendo eles da esquerda

para direita as funções: verificar (compilar), carregar, novo, abrir e salvar.

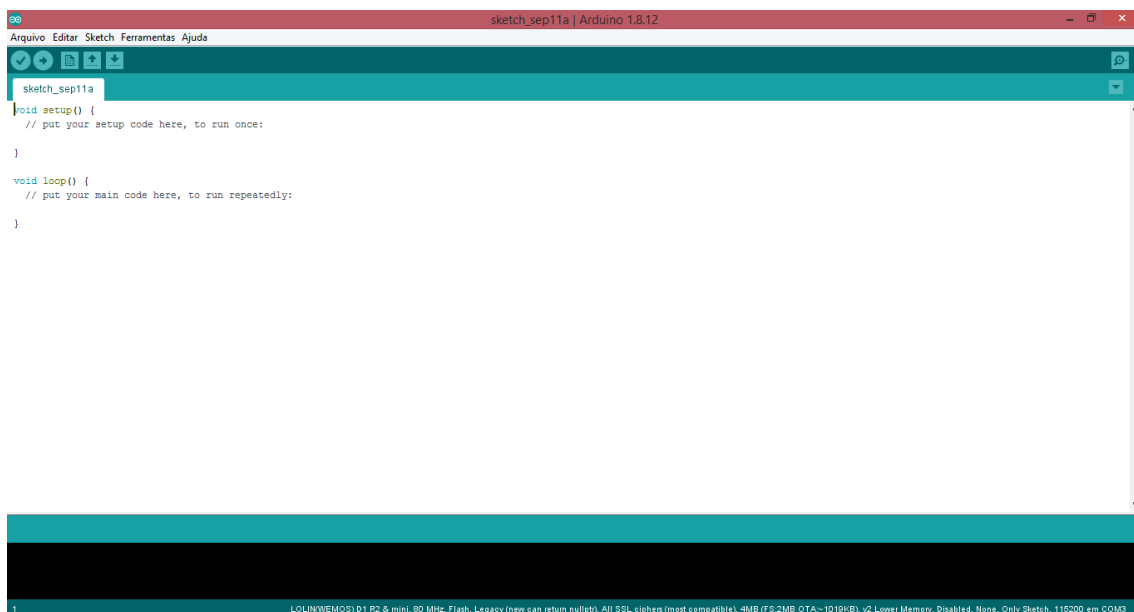
A função verificar (compilar) é utilizada para verificação da programação, ou seja verifica se há algum erro, como por exemplo uma variável que não foi definida.

A função Carregar é utilizada para carregar a programação na placa desejada, para que isso ocorra a placa e a porta deve estar selecionada no menu ferramentas, antes de carregar ela também faz a compilação do código

A função novo é pra abrir uma nova janela em branco do software Arduino IDE.

A função Abrir é pra abrir alguma programação e a função Salvar para salvar o seu programa.

**Figura 1: Software Arduino IDE.**



**Fonte: Aatoria Própria.**

## 2.5 PROGRAMAÇÃO C/C++ E HTML

Segundo (SCHILD, 1996, pg.4) Como uma linguagem de médio nível, C/C++ permite a manipulação de bits, bytes e endereços - os elementos básicos com os quais o computador funciona. Um código escrito em C é muito portátil. Portabilidade significa que é possível adaptar um software escrito para um tipo

de computador a outro. Por exemplo, se você pode facilmente converter um programa escrito para DOS de tal forma a executar sob Windows, então esse programa é portátil.

A linguagem C é uma linguagem estruturada por funções e blocos de códigos que são grupos de comandos, podendo separar e codificar seu código separadamente, facilitando assim a programação.

“HTML é a principal linguagem de marcação de texto na internet. Ela é usada para criar aplicações e uma estrutura de conteúdos estáticos em qualquer site, podendo ser executada em todos os navegadores e com um desempenho constante.”  
(ANDREI, 2019).

HTML é uma linguagem com bastante recursos e é executada em qualquer navegador e pode ser integrada com outras linguagens.

## 2.6 IoT

O termo IoT foi usado pelo pesquisador britânico Kevin Ashton do Massachusetts Institute of Technology (MIT) em 1999.

Segundo Kevin Ashton IoT se baseia na ideia de que “Um ponto de encontro onde não mais apenas “usaremos um computador”, mas onde o “computador se use” independentemente, de modo a tornar a vida mais eficiente. Os objetos – as “coisas” – estarão conectados entre si e em rede, de modo inteligente, e passarão a “sentir” o mundo ao redor e a interagir (ASHTON,2014).

Internet das coisas (IoT) é a comunicação entre dois ou mais objetos físicos, ou a comunicação de objetos físicos com pessoas através de recursos visuais com a função de juntar dados e transformá-lo em uma informação onde o receptor consiga compreender.

A IoT é realidade em diversas empresas e indústrias atualmente, e sua tendência é melhorar a eficácia a partir de tomada de decisões em tempo real. Ela também é utilizada em casas automatizadas visando o controle de energia, segurança e a facilitação de tarefas do cotidiano visando o bem-estar humano.

## **2.7 IHM**

Conhecida como Interface Homem Máquina é utilizada para a comunicação entre o ser humano e máquinas de forma a facilitar a compreensão e o comando de uma máquina, o seu uso é presente em várias indústrias e equipamentos, normalmente controladas e visualizadas através de monitores, computadores e atualmente por aplicativos de celulares.

## **2.8 Aplicativos**

Dado a atual revolução tecnológica, os smartphones (celulares inteligentes), apresentam diversos recursos, dentre eles os aplicativos, que servem tanto para auxiliarem uma tarefa quanto para hobbies/passatempo, a disponibilidade de aplicativos depende do seu sistema operacional.

Com a evolução da tecnologia de redes e serviços, assim como de novos aplicativos e possibilidades de trazer, para um celular, tarefas como conectar-se à internet, controlar contas bancárias ou, até mesmo, divertir-se, relacionar-se, procurar um bom lugar para jantar, ouvir música, jogar e até gravar vídeos e fotos ficou muito mais acessível (ROMÁN e col, 2007).

## **2.9 Sistema Operacional Android**

O sistema operacional Android é uma plataforma Open-Source para dispositivos móveis, permitindo a implementação de novas tecnologias e estando sempre em inovação.

O Android é um sistema operacional desenvolvido pelo Google para dispositivos móveis. O software é responsável por gerenciar todas as tarefas do seu celular, além de fornecer uma interface visual para que seja possível sua utilização pelo usuário. (SANTOS, 2019).

## **2.10 Alimentação e bem-estar do Animal**

O bem-estar dos Pets depende de 5 pilares: Relacionamento Cão-tutor, Ambiente, Enriquecimento ambiental, Passeio e alimentação apropriada.

Relacionamento cão-tutor trata-se do convívio com o animal além das necessidades básicas dele, esse convívio é fundamental para saúde física e emocional do pet, mas visando também a independência emocional do animal onde prepara o animal a ficar alguns momentos sem a companhia do tutor.

Ambiente é o espaço do animal onde deve ser confortável para o mesmo e supre todas necessidades do animal, mesmo quando seu tutor estiver ausente.

Passeio é um momento onde o animal de estimação expressam comportamentos de exploração, assim como se sentem mais livres e relaxados sendo essencial para a saúde física e mental.

Enriquecimento ambiental é uma forma de permitir que os pets expressem comportamentos naturais à sua espécie como: estimulação dos sentidos e instintos, exploração.

A alimentação apropriada do animal é a que mais impacta em seu bem-estar, sua saúde, seu crescimento e seu comportamento, sendo a alimentação o pilar mais importante para uma boa qualidade de vida do animal como apresentado na figura 2. Existem diversos fatores que devem ser levados em conta quando trata-se da alimentação de um animal sendo os mais importantes a quantidade correta e o material do recipiente.

**Figura 2: Hierarquia do Bem-estar canino.**



Fonte: Tutor de Pet.



### 2.10.1 Quantidade Adequada.

Existem algumas recomendações nutricionais para a alimentação do pet e essas recomendações dependem de alguns fatores, sendo eles: raça, peso, idade e tamanho.

O excesso de comida pode causar desinteresse pelo alimento e em seguida a rejeição do mesmo, assim como atrair visitantes indesejados, como insetos e ratos.

A quantidade ideal de comida para o cão depende do nível de atividade física do animal, do seu metabolismo e de sua estrutura corporal, por isso é indicado a opinião de um profissional da área, mas há um cálculo de quantidade sugerida média que varia de acordo com o peso ideal do animal dependendo do seu porte.

Outro aspecto que deve ser levado em conta é a quantidade de refeições no dia, sendo diferente dependendo da fase do pet, filhote ou adulta. Na fase filhote, o recomendado é que eles se alimentem de 3 a 4 vezes no dia e na fase adulta 2 vezes ao dia, sendo uma no período da manhã e outro no período da noite, cuja quantidade também varia do tipo de ração. Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas às quantidades de ração para cachorros filhotes e cachorros adultos, da marca Pedigree.

**TABELA 1 - Quantidade sugerida para cachorros filhotes**

<b>Peso estimado quando adulto (Kg)</b>		<b>1 a 3</b>	<b>3 a 6</b>	<b>6 a 8</b>	<b>8 a 10</b>	<b>10 a 15</b>
<b>Idade atual do filhote (meses)</b>	2	30 a 65	65 a 105	105 a 130	130 a 155	155 a 210
	3	35 a 80	80 a 135	135 a 165	165 a 195	195 a 265
	4	40 a 90	90 a 150	150 a 185	185 a 215	215 a 295
<b>/Necessidade Diária (gramas)</b>	6	40 a 90	90 a 150	150 a 190	190 a 225	225 a 305
	9	Adulto	Adulto	150 a 190	190 a 220	230 a 300
	10	Adulto	Adulto	Adulto	Adulto	Adulto

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Pedigree, 2015.

TABELA 2 - Quantidade sugerida para cachorros adultos.

<b>Exemplo de raças/porte</b>	<b>Peso do Cão (kg)</b>	<b>Necessidade de grammas/dia</b>
<b>Yorshire, Poodle Mini nim Chihuahua/ Mini</b>	1 a 5	30 a 95
<b>Schnauzer Miniatura, Poodle Miniatura, Shih Tzu/ Pequeno</b>	5 a 10	95 a 155
<b>Cocker Spaniel, Beagle, Schnauzer / Médio</b>	10 a 25	155 a 315
<b>Labrador, Golden Retriever, Pastor alemão / Grande</b>	25 a 45	315 a 485
<b>Dogue Alemão, São Bernado, Rottweiler / Gigante</b>	Mais de 45	155 a 175

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Pedigree, 2015.

### 2.10.2 Material Adequado.

Ao se tratar de material para a alimentação dos pets, é fundamental que eles tenham três propriedades essenciais que são a ductilidade alta, a alta resistência e que não transmita odores e nem gosto para a comida, protegendo assim o produto contra mordidas, quebras e interferência no sabor.

No mercado existem vários tipos de materiais comuns para a confecção de produtos pets, como por exemplo:

- **Polímeros:** O mais usado no mercado em forma de tigelas e pratos caninos, tendo um custo baixo para fabricação, com diversos tipos de polímeros com propriedades diferentes. O mais indicado é com maior ductilidade, uma desvantagem do material é a limpeza do mesmo, onde quando não feita com eficácia pode atrair bactérias a comida do pet.
- **Cerâmica:** Não se encontra em grande escala no mercado apesar do seu preço baixo, pois devido a pequena ductilidade que pode facilmente quebrar o produto.
- **Alumínio:** Tem uma alta ductilidade e possui boa resistência, mas ele solta partículas de alumínio que se misturam com a ração do animal, podendo prejudicar assim o animal.

- Aço inoxidável: É um material mais caro comparado aos demais, mas em sua vantagem ele tem boa ductilidade, boa resistência, é fácil de lavar e tem boa durabilidade, sendo assim o mais adequado.

### 3 MATERIAIS

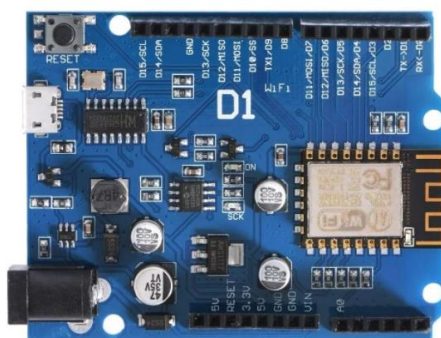
Nesta seção são apresentados os materiais utilizados neste trabalho.

#### 3.1 Microcontrolador

O microcontrolador WeMos é uma placa que está sendo bastante usada em projetos de IoT, devido a sua estrutura de linguagem ser bastante simples, e é formado por dois blocos de funções que levam dentro de si outros blocos de funções escritas em C/C++, o bloco setup e o bloco loop.

A placa adotada nesse presente projeto é a WeMos D1 R2, conforme pode ser observada na Figura 3. Essa placa pode ser programada via USB ou via Wi-Fi utilizando a IDE (Integrated Drive Eletronics) do Arduino. Ela contém em sua estrutura uma junção de um Arduino Uno, com um módulo ESP8266 que é utilizado para a conexão com a internet. A placa tem 11 pinos de entrada/saída digitais e 1 entrada analógica (máximo de 3.3V), com programação compatível com Arduino e NodeMCU. Este hardware será responsável pela coleta de dados dos sensores e dispositivos, assim como o controle do motor e a transmissão de dados para a internet.

**Figura 3: Placa WeMos D1 R2**



Fonte: Baú da Eletrônica

## 3.2 Sensores

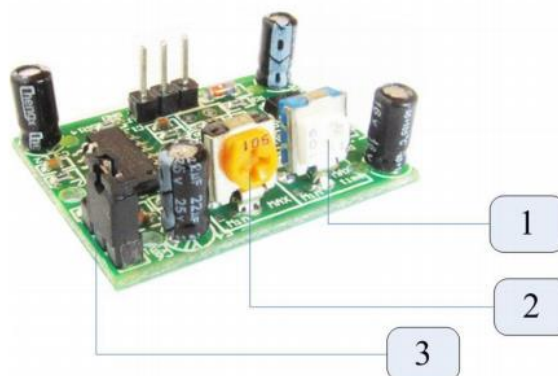
Os sensores serão responsáveis pela coleta de dados do sistema, tendo como função, detectar um estímulo e responder para a placa que, posteriormente, são processados para fins de medição e monitoramento.

### 3.2.1 Sensor de presença

Sensor de presença tem a função de detectar um elemento à sua frente. O sensor utilizado nesse presente projeto é o sensor de presença e movimento PIR Modelo DYP-ME003. Este sensor piroelétrico consegue detectar todo corpo à sua frente com temperatura maior que 0°, ou seja, que emita calor.

Na Figura 4 é apresentado o DYP-ME003 e suas especificações na Tabela 3. O tempo de atraso representa a duração do sinal alto de saída, o tempo mínimo de atraso é de 5 segundos e o tempo máximo de atraso é de 300 segundos, e este parâmetro pode ser ajustado usando o potenciômetro (1). Da mesma forma o alcance máximo de detecção deste módulo é ajustável entre 3 m e 7 m, podendo ser ajustado usando o potenciômetro (2), este módulo também possui dois modos de disparo: disparo único e disparo repetível, o gatilho do modo pode ser configurado usando o jumper (3).

Figura 4: DYP-ME003



Fonte: Open Impulse

TABELA 3 – Especificações do sensor DYP-ME003

Especificações	Faixa de Tensão de Alimentação (V)	Saída de Tensão de Alto Nível (V)	Ângulo Máximo de Detecção	Tempo De Delay (s)
<b>DYP-ME003</b>	4,5 a 20 DC	3,3	110 °	5 a 200

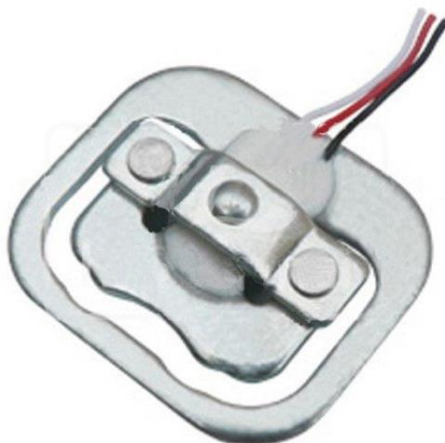
Fonte: Elaborada pelo autor com base em Open Impulse, 2020.

### 3.2.2 Sensor de peso e módulo Hx711

Sensor de peso tem a função de detectar a quantidade de carga sobre ele. O sensor utilizado neste projeto é a Célula de Carga em conjunto com o módulo Hx711, que suporta até 50 Kg, e faz a interligação entre a célula de carga e a placa, formando uma eficiente balança.

A célula de carga, conforme apresentado na Figura 5 e suas especificações na Tabela 4, é um dispositivo que sofre deformações mecânicas através da força sobre ela, quando aumentamos ou diminuimos essa força a resistência fixada no corpo da célula se altera, a resistência fixada na célula de carga é um circuito ponte de Wheatstone que é um circuito usado para medição de variação de resistência.

Figura 5: Célula de carga



Fonte: Open Impulse

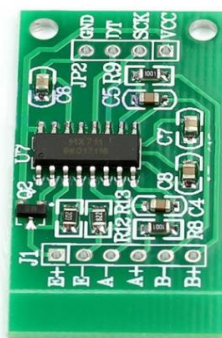
TABELA 4 – Especificações da Célula de Carga

Especificações	Capacidade (Kg)	Dimensões(mm)	Tensão de excitação(V)	Temperatura (°C)
<b>Célula de Carga</b>	50	34x34x7	5 ~ 10	-10 a 50

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Eletrogate, 2020.

O módulo Hx711 apresentado na Figura 6 e suas especificações na Tabela 5, é um conversor analógico-digital projetado para funcionar junto com um sensor de ponte no nosso caso a célula de carga, formando uma eficiente balança.

Figura 6: Módulo Hx711



Fonte: FilipeFlop

TABELA 5 – Especificações do Módulo Hx711

Especificações	Faixa de Tensão de Alimentação (V)	Dimensões(mm)	Corrente de Operação (A)	Temperatura (°C)
<b>Hx711</b>	4,8 a 5,5 DC	29x17x4	1,6m	-20 a 85

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Filipeflop, 2020.

### 3.2.3 Sensor de proximidade

Sensores de proximidade são utilizados para detectar a presença de objetos à sua frente. O sensor utilizado neste presente projeto é o sensor de proximidade infravermelho modelo E18K-D80NK.

O sensor E18K-D80NK apresentado na Figura 7 e suas especificações na Tabela 6, possui um circuito transmissor e um receptor, o transmissor emite um sinal infravermelho, quando algo se posiciona a sua frente esse sinal é refletido e detectado pelo receptor acionando o seu led e enviando um sinal para o microcontrolador através do seu pino de saída.

**Figura 7: E18K-D80NK**



Fonte: FilipeFlop

**TABELA 6 – Especificações do sensor E18K-D80NK**

<b>Especificações</b>	<b>Faixa de Tensão de Alimentação (V)</b>	<b>Consumo de Corrente (A)</b>	<b>Distância Máxima de Detecção (cm)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tempo De Resposta (ms)</b>
<b>E18K-D80NK</b>	5V	<25m	3 – 80	-25 a 55	2

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Filipeflop, 2020.

### **3.3 Componentes de saída**

Os componentes de saída têm como finalidade responder aos comandos do software de supervisão manipulados pelo dono do pet.

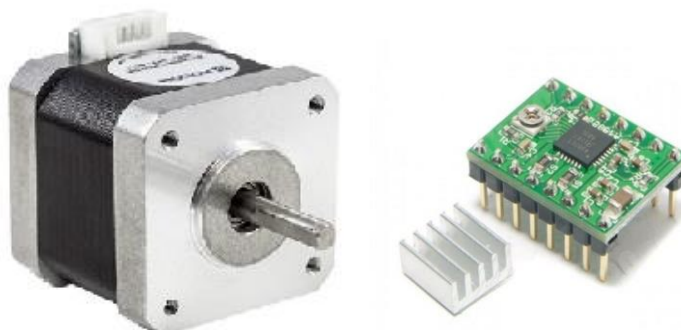
#### **3.3.1 Motor de passo e driver do motor de passo**

O motor de passo é uma máquina de relutância variável que trabalha a partir do deslocamento angular dos pontos de retenção entre o rotor com estator, sendo um dispositivo eletromecânico que converte pulsos de energia elétrica em movimentos discretos.



Na Figura 8 é apresentado o motor e o driver utilizado neste trabalho. O motor de passo utilizado neste projeto será o NEMA 17 - 3,5 kgf.cm / 0,4A – Wotiom com especificações apresentadas na Tabela 7, juntamente com um driver modelo A4988 com especificações apresentadas na Tabela 8, que tem a função de fazer o controle desses pulsos elétricos que são enviados para o motor. O driver tem como função receber o pulso a partir do controlador para acionar o motor de passo, fazendo com que ocorra o despejamento de ração no recipiente.

**Figura 8: Motor de passo e driver do motor de passo.**



Fonte: Baú da Eletrônica

**TABELA 7 – Especificações do Motor de passo NEMA 17**

Especificações	Torque (kgf.cm)	Quantidade de fios	Corrente por fase(A)	Angulo Do passo (°)
<b>NEMA 17</b>	3,5	4	0.4	1.8

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Baú da Eletrônica, 2020.

**TABELA 8 – Especificações do A4988**

Especificações	Tensão de operação (V)	Tensão de Saída (V)	Resoluções	Temperatura (°C)
<b>A4988</b>	3 a 5,5	8 a 35	5	-20 a 85

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Baú da Eletrônica, 2020.

### 3.3.2 Buzzer

Buzzer é um componente eletrônico capaz de emitir som, e também pode ser usado como um dispositivo de sinalização de áudio. Neste projeto é utilizado um Buzzer passivo 5V, conforme apresentado na Figura 9 e com as especificações na Tabela 9, sem oscilador interno, ele emite um som quando recebe um pulso. Terá a função de reproduzir uma campainha no instante em que a ração se despejar no recipiente.

**Figura 9: Buzzer**



Fonte: Eletrogate

**TABELA 9 – Especificações do buzzer**

<b>Especificações</b>	<b>Tensão de operação (V)</b>	<b>Altura (mm)</b>	<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Cor</b>
<b>Buzzer</b>	3,5 a 5	4	12	Preto

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Eletrogate, 2020.

### 3.4 Botão

Botões são utilizados para acionar cargas ou para controlar um processo. Nesse presente projeto será utilizado um botão sem trava, conforme apresentado na Figura 10, que irá ligar o motor de passo com pulsos, quando o usuário do comedouro quiser ativá-lo manualmente para o despejo de ração no recipiente.

**Figura 10: Botão**

Fonte: Baú da eletrônica

### 3.5 Fonte de alimentação

A fonte de alimentação é utilizada para fazer a ligação de cargas elétricas a partir da energia elétrica. Em nosso projeto é utilizada uma fonte bivolt 9 Volts /1 Ampere para a alimentação da placa, conforme apresentado na Figura 11 e com as especificações na Tabela 10.

**Figura 11: Fonte de Alimentação**

Fonte: Baú da eletrônica

**TABELA 10 – Especificações da fonte de alimentação**

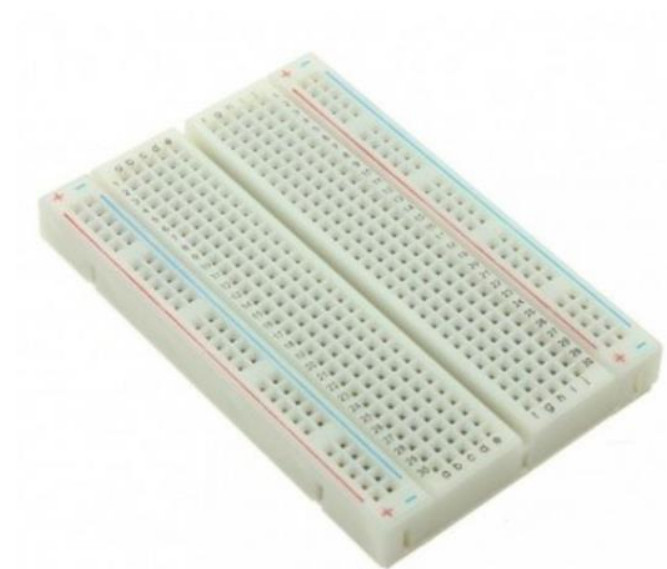
<b>Especificações</b>	<b>Tensão de entrada (V)</b>	<b>Tensão de Saída (V)</b>	<b>Comprimento do cabo (cm)</b>	<b>Corrente de saída máxima</b>
<b>Fonte Bivolt 9V/1A</b>	100 a 250 VAC	9 VDC	110	1A

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Baú da Eletrônica, 2020.

### 3.6 Cabos e Protoboard

Para a ligação dos componentes eletrônicos citados anteriormente foi utilizado jumpers macho/fêmea e o protoboard de 400 pontos, conforme apresentado na Figura 12, o protoboard é uma ferramenta de ligação e montagem de circuitos eletrônicos de forma que a sua manutenção ou mudança do circuito seja rápida e fácil, como se trata de um protótipo o uso do protoboard é recomendado, ele contém um adesivo na sua parte traseira possibilitando posicioná-lo em qualquer superfície.

**Figura 12: Protoboard 400 pontos.**



Fonte: Baú da eletrônica

### 3.7 Estrutura

Para a parte mecânica foram utilizados os seguintes materiais abaixo, e como destacado no item 2.10.2 o material mais adequado para a estrutura seria o aço inoxidável, mas como trata-se de um protótipo utilizamos os materiais com melhor custo/benefício:

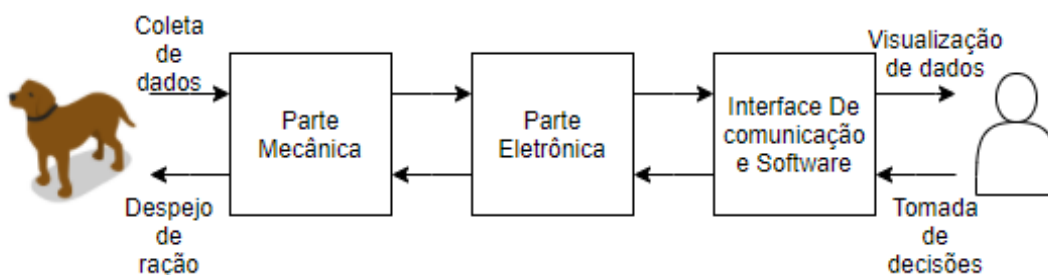
- 8 placas em MDF 420x420 mm.
- 1 Cano PVC de diâmetro 100 mm com tampa.

- 1 Cano PVC de diâmetro 25 mm.
- 1 Cano tipo piscina de diâmetro 50mm.
- Adesivo Instantâneo da marca Tek Bond, numeração 793.
- Tinta spray da cor preto fosco da marca ChemiColor.
- Adesivos de vinil.
- 2 dobradiça de ferro zincada.

## 4 METODOLOGIA

Esse presente trabalho é dividido em 3 partes até chegar nos seus dois destinos finais desejados, que é o animal e o usuário do software. Na Figura 13 é possível observar de forma geral os aspectos principais da divisão do projeto proposto.

Figura 13: Diagrama de divisão do projeto.



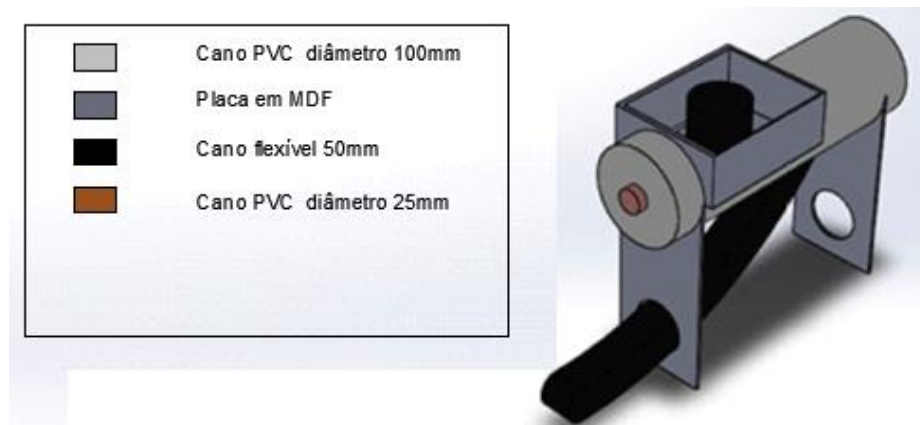
Fonte: Autoria Própria.

### 4.1 Estrutura mecânica do protótipo

A estrutura mecânica foi desenvolvida de forma que atenda ao tamanho do recipiente e a segurança do animal, assim como o seu dimensionamento deverá atender os tamanhos para conectar a parte eletrônica do protótipo, possibilitando o desenvolvimento de forma que o acesso na parte interior para manutenção e limpeza seja fácil.

Na Figura 14 é apresentado o esboço da estrutura interna projetado no software SolidWorks, para os desenhos utilizamos as medidas do material disponível para a construção do protótipo indicado na Seção 3.7.

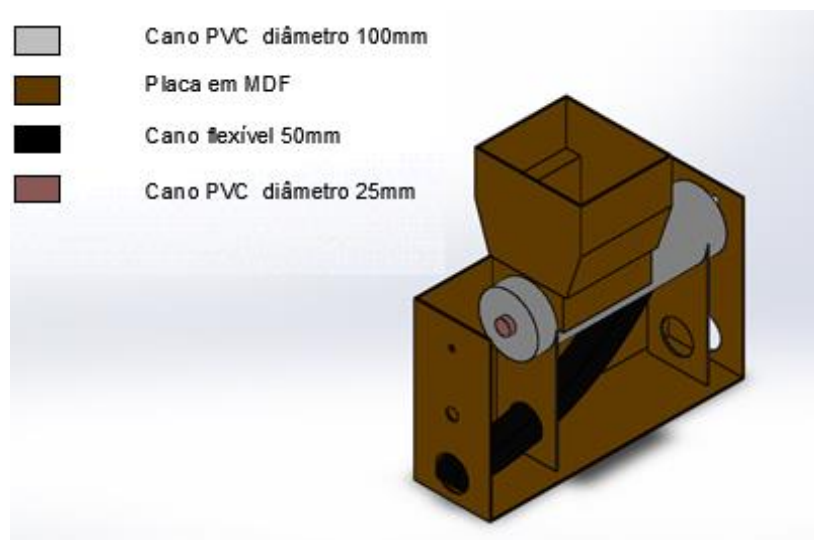
**Figura 14: Estrutura Interna.**



Fonte: Autoria Própria.

Na Figura 15 é apresentado o esboço da estrutura com a carcaça em 3D, projetado no software SolidWorks, onde é possível observar que foram deixados furos na parte dianteira do projeto para agrupar os componentes eletrônicos.

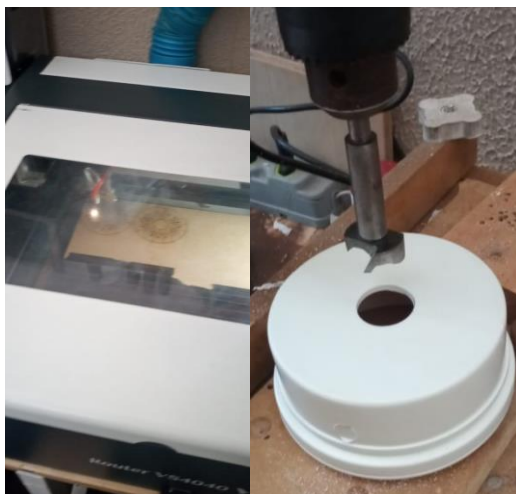
**Figura 15: Estrutura com a carcaça.**



Fonte: Autoria Própria.

Na Figura 16 é apresentado o processo de cortes, foi utilizado uma máquina a Laser para cortes das placas em MDF do tipo CNC e uma furadeira fixada para precisão dos cortes no cano PVC de diâmetro 100mm.

**Figura 16: Processo de cortes.**



Fonte: Aatoria Própria.

Na Figura 17 é apresentado o primeiro passo para a formação da rosca do tipo helicoidal, foi utilizado as placas em MDF, os furos internamente no círculo apresentado na Figura 17, servem para aumentar sua flexibilidade, podendo assim ser fixada da maneira correta no cano PVC.

**Figura 17: Círculo para rosca.**



Fonte: Aatoria Própria.



Na Figura 18 é apresentado a junção de 4 círculos semelhantes ao da figura 17 fixadas no cano PVC formando assim a rosca do tipo helicoidal.

**Figura 18: Rosca do tipo Helicoidal.**



Fonte: Autoria Própria.

Na Figura 19 é apresentado a estrutura em processo de conexão das peças, após os processos citados anteriormente, foram agrupados as peças com adesivo instantâneo, onde a rosca helicoidal se posiciona na parte interior do cano PVC 100mm.

O motor será acoplado no cano PVC 25mm, ele girará a rosca helicoidal, onde o movimento fará com que ele movimente a ração despejada no cano PVC 100mm através do reservatório (1) até o furo do cano PVC 100mm (2), onde a ração ira descer pelo cano tipo piscina 50mm e chegará até o final do cano (3), e se despejará no recipiente.

**Figura 19: Estrutura em processo de conexão.**



Fonte: Aatoria Própria.

## 4.2 Estrutura eletrônica do protótipo

Na Figura 20 é apresentado um esquema de entradas e saídas do protótipo. A parte eletrônica e o microcontrolador serão responsáveis pela coleta de dados dos sensores e dispositivos, como o acionamento do Buzzer e do motor que se encontrará na parte interior do protótipo. O motor girará o cilindro, fazendo com que gire a rosca helicoidal levando a ração até o cano tipo piscina de diâmetro 50mm e ocorra o despejo de ração no recipiente. Esse giro do motor será controlado através de um agendamento ou pelo usuário do software a partir da quantidade de porções de ração previamente definida, sendo diretamente proporcional a quantidade de giros do motor com a quantidade de ração despejada. O microcontrolador também será responsável pela transmissão de dados coletados dos sensores.

A célula de carga se encontra na parte inferior do protótipo, coletando o peso do reservatório e enviando para o microcontrolador.

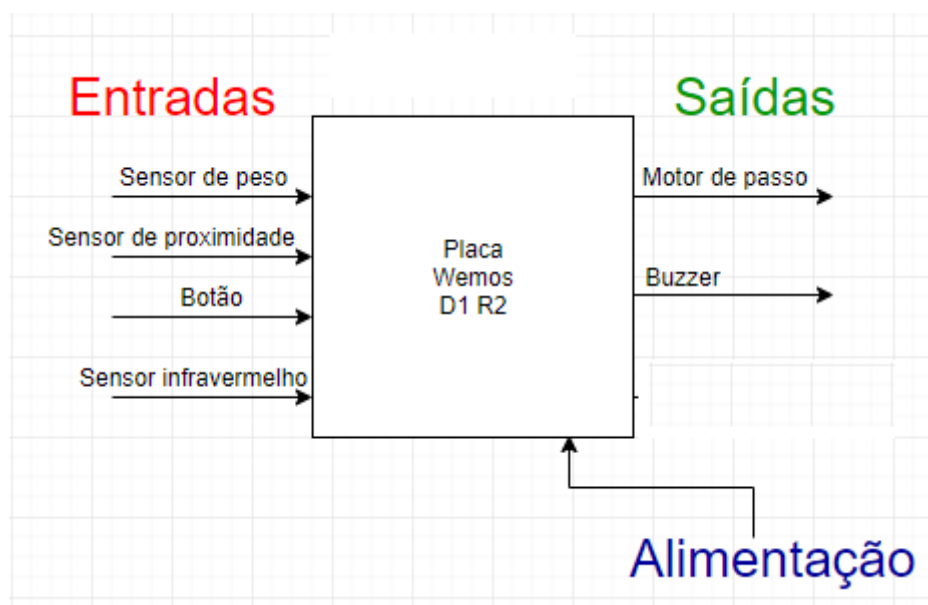
O sensor de presença se encontra na parte frontal do protótipo, no qual captará informações quando o animal se movimentar perto do protótipo e irá responder para o microcontrolador.

O sensor de proximidade se encontra na parte frontal do protótipo de forma que aponte para o recipiente. Este dispositivo será utilizado para verificar se o recipiente do pet está vazio ou cheio e responderá para o microcontrolador.

O botão se encontra na parte frontal do protótipo, ele será responsável pelo acionamento do motor manualmente.

Em relação à alimentação elétrica do dispositivo, foi utilizado uma fonte bivolt 9Volts/1Ampere que se ligará na energia elétrica residencial e na placa WeMos D1 R2.

Figura 20: Diagrama de entradas e saídas



Fonte: Aatoria Própria.

### 4.3 Interface de comunicação e Software

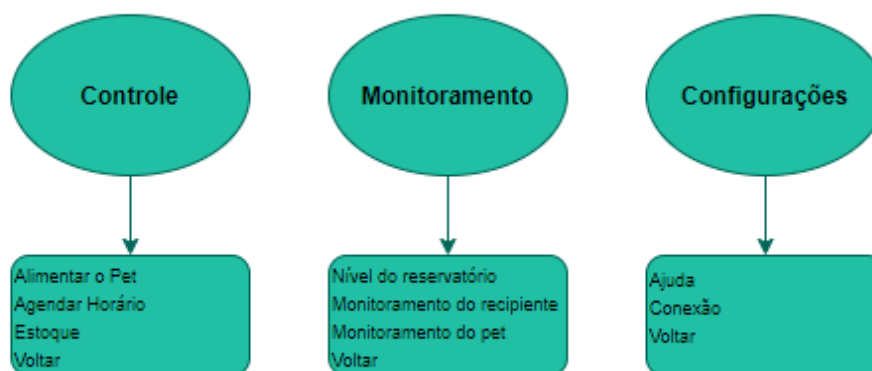
A interface de comunicação será utilizada para fazer a comunicação do protótipo com a internet, através do módulo ESP8266 já integrado na placa WeMos D1 R2, essa comunicação foi realizada através de programação C e HTML.

A programação do protótipo funciona da seguinte forma, no momento que ela é energizada, ela recebe um Ip Fixo, configura os pinos de entrada/saída e se conecta ao roteador da residência e a um cliente/servidor, no momento que ela se conecta a internet, ela espera algum comando do cliente/servidor, quando o comando é recebido a placa o reconhece e realiza alguma função, como por exemplo, ler os sensores ou acionar o motor.

Foi desenvolvido um software através do MIT App Inventor for Android. O MIT app inventor é uma plataforma onde é possível criar aplicativos Android usando um navegador Web e programar de forma fácil e rápida através da programação de blocos, ou seja de forma visual, você também consegue transferir

seu aplicativo para seu celular compilando o software e baixando através do QR Code gerado. O software foi desenvolvido de forma que o usuário possa controlar e visualizar dados sobre o protótipo através de um aplicativo de celular com sistema Android e fazer o acionamento do motor de passo para que ocorra o despejo de ração no recipiente, o software contém os seguintes menus: Controle, monitoramento e configurações. Cada um destes contém submenus, fazendo assim com que o usuário possa se redirecionar para a função desejada, conforme podem ser observados na Figura 21.

**Figura 21: Menu e submenus do aplicativo.**



Fonte: Autoria Própria.

O submenu Alimentar o pet, é utilizado para escolher a quantidade de porções que será despejada no recipiente, podendo escolher entre 1 a 3 porções clicando nos botões disponíveis na tela, quando clicado em um dos botões o aplicativo fará uma solicitação para um cliente/servidor e esse cliente/servidor se comunicará com a placa WeMos D1 R2.

O submenu Agendar horário, é utilizado para escolher um horário que será despejado a ração no recipiente, vale ressaltar que para isso ocorrer o usuário do aplicativo deve permitir o uso do aplicativo em segundo plano, quando chegar o horário escolhido irá ser despejado duas porções no recipiente a partir da solicitação para o cliente/servidor.

O submenu Estoque, é utilizado para controlar o estoque, você pode adicionar manualmente o valor que quiser ser adicionado no estoque, assim como a quantidade que será adicionada no reservatório, também é possível visualizar a quantidade de estoque e a quantidade do reservatório.

O menu Monitoramento, é possível visualizar o nível do reservatório em Kg, assim como se o recipiente contém ração ou não e se o pet está se locomovendo perto do protótipo. Quando entramos no menu monitoramento, os dados lidos são salvos e ficam armazenados até atualizarmos. Para atualizarmos, basta entrar e sair do menu.

O submenu Ajuda, é utilizado para ver a quantidade recomendada para o seu pet, ele contém as informações disponíveis nas Tabelas 1 e 2.

O submenu Conexão, é utilizado para verificar se você está conectado ou não ao projeto, onde ON é quando há a conexão e OFF quando não há.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados ensaios para ajuste de precisão dos sensores utilizando a IDE do arduino e o monitor serial, o primeiro componente a ser ajustado foi o sensor de presença e movimento PIR Modelo DYP-ME003, após o teste chegamos aos resultados indicados na Tabela 11.

**TABELA 11 – Teste de precisão DYP-ME003**

<b>Sensor</b>	<b>Ajuste (cm)</b>	<b>Testes</b>	<b>Detectados</b>	<b>Eficiência</b>
<b>Sensor PIR</b>	100	25	20	80%

Fonte: Elaborada pelo autor.

O sensor de proximidade infravermelho modelo E18K-D80NK foi ajustado e testado. Após o teste, chegou-se nos resultados indicados na Tabela 12.

**TABELA 12 – Teste de precisão sensor E18-D80NK**

<b>Sensor</b>	<b>Ajuste (cm)</b>	<b>Testes</b>	<b>Detectados</b>	<b>Eficiência</b>
<b>Sensor E18-D80NK</b>	28	25	22	88%

Fonte: Elaborada pelo autor.

A precisão da balança foi ajustada usando um peso de 250g, porém tal precisão foi um problema para o projeto pelo fato de ocorrerem divergências nos valores. Portanto, realizou-se testes para verificação de precisão. Os resultados estão indicados na Tabela 13.

**TABELA 13 – Teste de precisão da balança.**

<b>Peso Utilizado</b>	<b>Valor medido (g)</b>	<b>Diferença entre valor real/medido(g)</b>	<b>Diferença em porcentagem</b>
<b>Peso de 500g</b>	415	- 85	17%
<b>Peso de 600g</b>	527	- 73	12,17%
<b>Peso de 700g</b>	672	- 28	4%
<b>Peso de 800g</b>	710	- 90	11,25%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Essa diferença pode ter ocorrido devido a balança ser uma balança retangular, de forma que o peso sobre o protótipo não fique distribuído uniformemente sobre as células de carga, ocorrendo essa imprecisão.

Um problema encontrado ao realizar testes do acionamento do motor foi a trepidação do mesmo, fazendo com que após alguns acionamentos ele travasse e não girasse a rosca helicoidal, Desta forma para a solução do problema foi utilizado um suporte metálico para o motor, indicado na Figura 22.

**Figura 22: Suporte Motor de passo.**



Fonte: Eletrogate.

Foi realizado teste de resposta do protótipo, no projeto foi utilizado um roteador de frequência de 2.4 GHz e uma conexão de 70 Mbps, sendo que antes da medição foi verificada a velocidade da conexão através do site speedtest.net chegando nos seguintes resultados apontados na Tabela 14.

**TABELA 14 – Tempo de resposta do protótipo**

<b>Teste</b>	<b>Velocidade da conexão(Mbps)</b>	<b>Latência (ms)</b>	<b>Tempo de resposta do protótipo (ms)</b>
<b>Acionamento do Motor</b>	48	10	1670
<b>Visualização de dados</b>	48	10	2130

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após os passos descritos na metodologia, foi fixado a placa, o protoboard e os componentes na estrutura e foi dado o acabamento final com tinta preta e adesivos para melhor aparência do projeto, apesar do MDF não ser o material

mais recomendado para o comedouro, como se trata de um protótipo visamos a economia e disponibilidade, chegamos no resultado final do protótipo indicado na Figura 23.

**Figura 23: Estrutura final.**



**Fonte: Autoria Própria.**

As características físicas do protótipo estão indicado na Tabela 15.

**TABELA 15 – Características físicas do protótipo**

	<b>Dimensão (altura x comprimento x largura)</b>	<b>Quantidade de ração suportada no reservatório.</b>
<b>Protótipo</b>	44x40x13 cm	1329 gramas

Fonte: Elaborada pelo autor.

O aplicativo foi desenvolvido e possui 9 telas, ele consegue fazer a conexão entre o usuário do aplicativo e o protótipo formando assim nossa IHM e conseguindo monitorar e acionar o protótipo, o software é apresentado na Figura 24.

A apresentação do protótipo e do aplicativo podem ser visualizado através do YouTube no link <https://youtu.be/s4WEUWNh3GQ>.

Foi realizado ensaios para a verificação da quantidade de ração que é despejada por giro em cada acionamento (1 porção, 2 porções, 3 porções) chegando nos resultados apresentados na Tabela 16.



TABELA 16 – Quantidade de ração despejada

<b>Giros</b>	<b>Quantidade de ração despejada (g)</b>
1 porção	14
1 porção	13
1 porção	18
1 porção	15
1 porção	17
2 porções	27
2 porções	28
2 porções	26
2 porções	25
2 porções	32
3 porções	38
3 porções	42
3 porções	45
3 porções	44
3 porções	40

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foi calculado a média de cada giro e apresentado na Tabela 17.

TABELA 17 – Quantidade de ração despejada média

	<b>Testes</b>	<b>Quantidade de ração despejada média (g)</b>
<b>1 porção</b>	5	15,4
<b>2 porções</b>	5	27,6
<b>3 porções</b>	5	41,8

Fonte: Elaborada pelo autor.

**Figura 24: Tela Principal.**

**Fonte: Autoria Própria.**

A tela principal é a primeira tela ao abrir o aplicativo, ela possui 3 botões os quais servem para redirecionar-se para as telas de controle, monitoramento e configurações.

**Figura 25: Tela de monitoramento.**



**Fonte: Autoria Própria.**

A tela de monitoramento é utilizada para verificar o nível do reservatório, também é utilizado para visualizar se o recipiente contém ração e se o pet está perto do comedouro.

**Figura 26: Tela de configurações.**



**Fonte: Autoria Própria.**

A tela de configurações é utilizada para redirecionar-se para a tela de ajuda e para a tela de conexão.

**Figura 27: Tela de conexão.**



**Fonte: Autoria Própria.**

A tela de conexão é utilizada para verificar o nível de conexão entre a placa Wemos D1 R2 e o aplicativo.

**Figura 28: Tela de Alimentar o pet.**



**Fonte: Autoria Própria.**

A tela de alimentar o pet é utilizada para escolher a quantidade de porções de ração a ser despejada no recipiente.

**Figura 29: Tela de estoque.**

Estoque

Adicionar ao Estoque (Kg)

0

Enviar

Adicionar ao Reservatório (Kg)

0

Enviar

Quantidade do Estoque (Kg)

13

Quantidade do reservatório (Kg)

0

Voltar

**Fonte: Autoria Própria.**

A tela de estoque é utilizada para controlar o estoque de ração e também para verificar a quantidade de ração no reservatório.

Figura 30: Tela de ajuda.

Ajuda



**TABELA 1 - Quantidade sugerida para cachorros filhotes**

Peso estimado Quando adulto (Kg)	1 a 3	3 a 6	6 a 8	8 a 10	10 a 15	
2	38 a 65	65 a 105	105 a 138	138 a 155	155 a 210	
3	35 a 80	80 a 135	135 a 165	165 a 195	195 a 265	
Idade atual do filhote (meses)	4	48 a 90	90 a 150	150 a 185	185 a 215	215 a 295
	6	48 a 90	90 a 150	150 a 198	198 a 225	225 a 305
Necessidade Diária (gramas)	9	Adulto	Adulto	150 a 198	198 a 228	230 a 300
	10	Adulto	Adulto	Adulto	Adulto	Adulto

Fonte: Elaboro pelo autor com base em Pedigree, 2015.

**TABELA 2 - Quantidade sugerida para cachorros adultos**

Exemplo de raça/porte	Peso do Cão (kg)	Necessidade de gramas/dia
Yorkshire, Poodle Minim	1 a 5	30 a 95
Chihuahua/ Mini Schnauzer Miniatura, Poodle Miniatura, Shih Tzu/ Pequeno	5 a 10	95 a 155
Cocker Spaniel, Beagle, Schnauzer / Médio	10 a 25	155 a 315
Labrador, Golden Retriever, Pastor alemão / Grande	25 a 45	315 a 485
Dogue Alemão, São Bernado, Rottweiler / Gigante	Mais de 45	155 a 175

Fonte: Elaboro pelo autor com base em Pedigree, 2015.

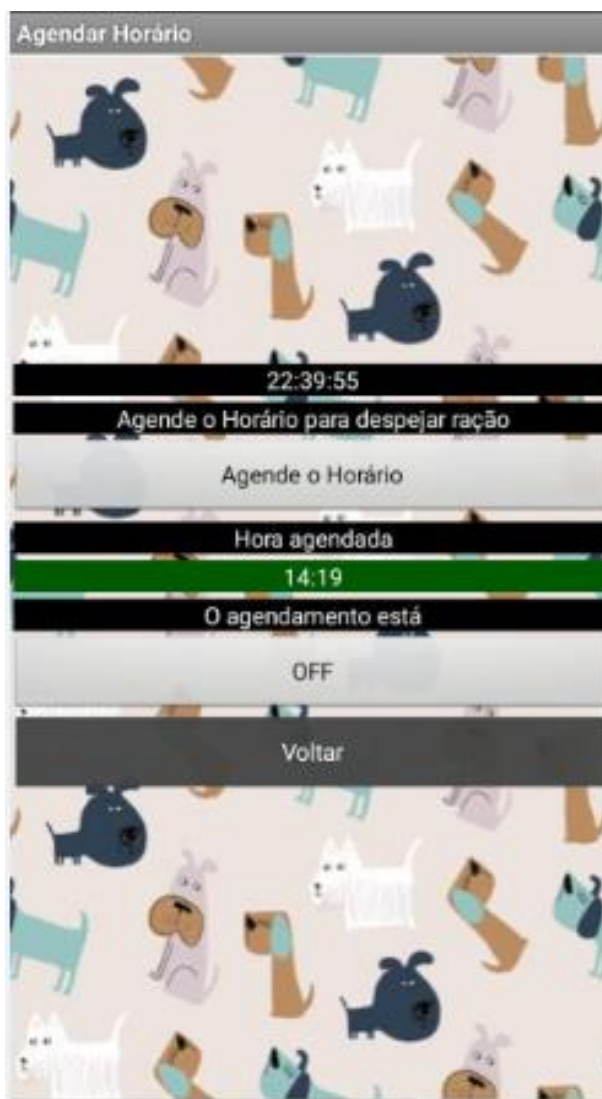


Fonte: Autoria Própria.

A tela de ajuda é utilizada para visualizar a quantidade sugerida de gramas/dia para cachorros filhotes e adultos.



**Figura 31: Tela de Agendar horário.**



**Fonte: Autoria Própria.**

A tela de agendar horário é utilizada para escolher o horário para o despejo de ração automático no recipiente.

**Figura 32: Tela de controle.**



**Fonte: Autoria Própria.**

A tela de controle é utilizada para redirecionar-se para a tela de alimentar o pet, para a tela de agendar horário e para a tela de estoque.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso apresentou o desenvolvimento de um comedouro inteligente, controlado por um aplicativo de celular de sistema operacional Android, o qual realiza a comunicação do celular entre o comedouro e o usuário, permitindo uma eficácia na atividade de alimentar o pet e possibilitando um maior controle sobre o animal. Outro possível benefício do comedouro é a possibilidade de melhora da saúde e do bem-estar do pet.

O comedouro proposto apresentou um tempo de resposta muito pequeno, diminuindo o tempo da tarefa de alimentar o pet, e o seu aplicativo é de fácil compreensão e bem representativo. O monitoramento e o despejo de ração são visualizados e controlados de forma rápida e simples no aplicativo e enviado por meio de solicitações para a placa WeMos D1 R2, onde são lidas e realiza a tarefa solicitada. Portanto, o proposto proporciona uma hiperconectividade entre protótipo, aplicativo e usuário, enquadrando-se no conceito de IoT.

Para a continuidade deste trabalho, destaca-se algumas sugestões de melhorias, pois a função desse protótipo é facilitar cada vez mais o cotidiano dos usuários e o monitoramento do animal:

- Melhorar a estrutura utilizando como material o aço inoxidável.
- Melhorar a estrutura para que o peso do protótipo seja dividido uniformemente sobre a balança, aumentando a precisão.
- Fixar o recipiente ao protótipo, para que não ocorra mudanças na posição do mesmo.
- Realizar testes e estudos da adaptação do pet com o novo método de alimentação.

## REFERÊNCIAS

CAVALLI, Olga. **Internet das coisas e inovação na América Latina. [S.l.: s.n.]** .2016

ABINC. **Previsões para o mercado de IoT.** Disponível em: <<https://abinc.org.br/previsoes-para-o-mercado-de-iot/>>. Acesso em: 3 out. 2019.

ABINPET. **Informações Gerais Do Setor Pet.** Disponível em: <[http://abin-pet.org.br/infos\\_gerais/](http://abin-pet.org.br/infos_gerais/)>. Acesso em: 3 out. 2019

Baú da eletrônica. **Placa Wemos D1 R2 Wifi ESP8266.** Disponível em: <[https://www.baudaeletronica.com.br/placa-wemos-d1-r2-wifi-esp8266.html?gclid=EAlaIQobChMIveL5us7G5QIVF4CRCh39PQCYEA-QYASABEgLzMfD\\_BwE](https://www.baudaeletronica.com.br/placa-wemos-d1-r2-wifi-esp8266.html?gclid=EAlaIQobChMIveL5us7G5QIVF4CRCh39PQCYEA-QYASABEgLzMfD_BwE)> Acesso em: 03 out. 2019.

Baú da eletrônica. **Motor de passo NEMA 17.** Disponível em: <<https://www.baudaeletronica.com.br/motor-de-passo-nema-17-3-5-kgf-cm-0-4a-wotiom.html>> Acesso em: 03 out. 2019.

Baú da eletrônica. **Driver para motor de passo ULN2003.** Disponível em: <<https://www.baudaeletronica.com.br/driver-para-motor-de-passo-uln2003.html>> Acesso em: 03 out. 2019.

ATHOSELECTRONICS. **Relé – o que é como funciona.** Disponível em: <<https://athoselectronics.com/rele/>>. Acesso em: 3 out. 2019

INSTRUCTABLES. **Real time clock using DS3231.** Disponível em: <<https://www.instructables.com/id/Real-time-clock-using-DS3231-EASY/>>. Acesso em: 03 out. 2019.

ARDUINOLANDIA. **Wemos D1 R2 Wifi ESP8266**. Disponível em: <<https://www.arduino-landia.com.br/wemos-d1-r2-wifi-esp8266>> Acesso em: 03 out. 2019.

Buogo, D. R, Junior J. X.. **Protótipo de Alimentador Automático para Animais Domésticos – GingaPets com vista a sua disponibilização na internet**. 2017. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Santa Catarina, 2017. Graduação. Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial. Orientador: [Dr. Michael Klug], Disponível em: <<http://joinville.ifsc.edu.br/~biblioteca-joinville/arquivos/tcc/mecind/180273.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2019.

Almeida, M. N, Junior J. X.. **Comedouro automatizado para cães com vista a sua disponibilização na internet**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade São Francisco, 2016. Graduação. Curso Superior de Engenharia Mecânica. Orientador: [Prof. Filipe Alves Coelho], Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2954.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2019.

IGOE, Tom. and O’SULLIVAN, Dan. **Physical Computing – Sensing and Controlling the Physical World with Computers**. Boston, MA: Thomson Course Technology. 2004.

BANZI, Maximo. **Primeiros Passos com o Arduino**. Disponível em: <<https://s3.novatec.com.br/capitulos/capitulo-9788575222904.pdf>> Acesso em: 14 ago. 2020.

ATHOSELECTRONICS. **Esp8266 – o que é e para que serve?**. Disponível em: <<https://athoselectronics.com/esp8266-o-que-e/>>. Acesso em: 3 ago. 2020

FENZARI, Mohamed. **Integrated Development Environment “IDE” For Arduino**. Disponível em <[https://www.researchgate.net/profile/Mohamed\\_Fenzari/publication/328615543\\_Integrated\\_Development\\_Environment\\_IDE\\_For\\_Arduino/links/5bd8c6d24585150b2b9206df/Integrated-Development-Environment-IDE-For-Arduino.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mohamed_Fenzari/publication/328615543_Integrated_Development_Environment_IDE_For_Arduino/links/5bd8c6d24585150b2b9206df/Integrated-Development-Environment-IDE-For-Arduino.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2020.

ANDREI. **O que é HTML.** Disponível em: <<https://www.weblink.com.br/blog/o-que-e-html/>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

TECHTUDO. **O que significa Android.** Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/listas/2019/07/o-que-significa-android-conheca-dez-fatos-sobre-o-sistema-do-google.ghtml>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

TUTORDEPET. **Hierarquia do bem estar canino.** Disponível em: <<https://tutordepets.com/hierarquia-do-bem-estar-canino/>>. Acesso em: 15 mai. 2020.

PEDIGREE. **Pedigree Equilíbrio Natural Filhotes.** Disponível em: <<https://www.pedigree.com.br/produtos/filhotes/pedigree-equilibrio-natural-filho-tes/>>. Acesso em: 15 mai. 2020.

OPEN IMPULSE. **DYP-ME003 PIR Sensor Module Datasheet.** Disponível em: <[https://pdfdocumento.com/queue/dyp-me003-pir-sensor-module-datasheet-open-impulse\\_59fbd7261723dd1f2cc68030.html](https://pdfdocumento.com/queue/dyp-me003-pir-sensor-module-datasheet-open-impulse_59fbd7261723dd1f2cc68030.html) />. Acesso em: 15 jul. 2020.

ELETROGATE. **Célula de carga 50kg.** Disponível em: <<https://www.eletrorate.com/celula-de-carga-50-kg-sensor-de-peso/>>. Acesso em: 1 jul. 2020.

FILIFELOP. **Módulo Conversor Hx711.** Disponível em: <<https://www.filife-lop.com/produto/modulo-conversor-hx711-para-sensor-de-peso/>>. Acesso em: 4 jul. 2020.

FILIFELOP. **Sensor Infravermelho.** Disponível em: <<https://www.filife-lop.com/blog/sensor-infravermelho-arduino/>>. Acesso em: 4 jul. 2020.

ELETROGATE. **Buzzer Passivo.** Disponível em: <<https://www.eletrorate.com/buzzer-passivo-5v/>>. Acesso em: 8 jul. 2020.

ELETROGATE. **Suporte Metálico para motor nema 17.** Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/suporte-metalico-para-motor-nema-17/>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

Baú da eletrônica. **Driver para motor de passo ULN2003.** Disponível em: <<https://www.baudaeletronica.com.br/protoboard-400-pontos.html>> Acesso em: 03 set. 2020.