



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

CARLOS MATEUS MAGALHÃES GUERRA DE ALCÂNTARA

ALIMENTADOR INTELIGENTE PARA ANIMAIS DOMÉSTICOS

Recife
2023

CARLOS MATEUS MAGALHÃES GUERRA DE ALCÂNTARA

ALIMENTADOR INTELIGENTE PARA ANIMAIS DOMÉSTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em 2023.1 da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcio Evaristo da Cruz Brito.

Recife
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Alcântara, Carlos Mateus Magalhães de..

Alimentador inteligente para animais domésticos / Carlos Mateus
Magalhães de. Alcântara. - Recife, 2023.

74 p. : il., tab.

Orientador(a): Marcio Evaristo da Cruz Brito

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia de Controle e
Automação - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Alimentador Inteligente. 2. Esp8266 NodeMCU. 3. Blynk. 4. IoT.
I. Cruz Brito, Marcio Evaristo da. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

CARLOS MATEUS MAGALHÃES GUERRA DE ALCÂNTARA

ALIMENTADOR INTELIGENTE PARA ANIMAIS DOMÉSTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
2022.1 da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Controle e Automação.

Aprovado em: 28/09/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcio Evaristo da Cruz Brito (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Márcio Rodrigo Santos de Carvalho (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Zaroni Dueire Lins (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Este trabalho é dedicado a todos que de alguma forma contribuíram para esta construção. Nossas famílias, sem o apoio incondicional que nos deram ao longo desta trajetória, não teríamos chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu orientador, Marcio Evaristo, pela paciência, sabedoria e apoio durante o processo de elaboração deste trabalho.

Agradeço também aos professores e colaboradores da UFPE, pela formação acadêmica de excelência e pelos ensinamentos que foram essenciais para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos e familiares, que sempre estiverem ao meu lado, apoiando e me dando forças nos momentos de dificuldade. Sem o amor e a compreensão de vocês nada seria disso seria possível.

Muito obrigado a todos que contribuíram para a realização deste projeto.

O treinamento de usuários consiste em parte do processo de educação, em base repetitiva, compreende ações e/ou estratégias para desenvolver determinadas habilidades ou habilidades específicas do usuário por desconhecer situações específicas de uso da biblioteca e seus recursos informacionais, que envolvem o conjunto de meios necessários para tal (DIAS; PIRES, 2004, p. 36).

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo atender à crescente necessidade de simplificar e melhorar o cuidado com animais de estimação em um mundo cada vez mais conectado. A importância de desenvolver um alimentador inteligente para animais domésticos é evidente, uma vez que esses animais desempenham um papel fundamental na vida de muitas famílias. No passado, cuidar de animais de estimação era uma tarefa manual e muitas vezes imprevisível. Com a ascensão da Internet das Coisas (IoT), surge uma oportunidade para otimizar esse cuidado.

O projeto utiliza o microcontrolador ESP8266 NodeMCU como a central de controle, que possibilita o acesso à internet e a comunicação com o aplicativo Blynk por meio da rede Wi-Fi, utilizando também o protocolo de comunicação MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) para a troca eficaz de informações entre os dispositivos conectados, ampliando a funcionalidade e a flexibilidade desse sistema de alimentação para animais de estimação.

O aplicativo *Blynk* tem a responsabilidade de fazer o controle do alimentador inteligente a distância, por meio de uma interface simples, onde o objetivo é programar os horários da alimentação, as quantidades de alimentos a serem fornecidos aos pets. Além disso, o aplicativo também oferece outras funcionalidades, como o monitoramento em tempo real da alimentação, configuração de alarmes.

A implementação do protótipo exigiu a delimitação de etapas fundamentais para a sua realização, compreendendo a construção da estrutura física, a seleção do microcontrolador adequado para a parte eletrônica, a integração de um servomotor, a definição da linguagem de programação, a concepção de um aplicativo prático e de fácil usabilidade, além da determinação das funcionalidades essenciais e opcionais. Essas etapas resultaram em um protótipo funcional, com controle preciso e uma interface intuitiva.

Palavras-chave: Alimentador inteligente, Esp8266 NodeMCU, *Blynk*, IoT.

ABSTRACT

This work aims to meet the growing need to simplify and improve pet care in an increasingly connected world. The importance of developing a smart feeder for domestic animals is evident, as these animals play a fundamental role in the lives of many families. In the past, caring for pets was a manual and often unpredictable task. With the rise of the Internet of Things (IoT), an opportunity arises to optimize this care.

The project uses the ESP8266 NodeMCU microcontroller as the control center, which enables access to the internet and communication with the Blynk application via the Wi-Fi network, also using the MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) communication protocol for exchanging effective information sharing between connected devices, expanding the functionality and flexibility of this pet feeding system.

The Blynk app is responsible for controlling the smart feeder remotely, through a simple interface, where the objective is to program feeding times and the quantities of food to be provided to the pets. In addition, the application also offers other features, such as real-time monitoring of food and alarm configuration.

The implementation of the prototype required the delimitation of fundamental steps for its realization, including the construction of the physical structure, the selection of the appropriate microcontroller for the electronic part, the integration of a servomotor, the definition of the programming language, the design of an application practical and easy to use, in addition to determining essential and optional functionalities. These steps resulted in a functional prototype, with precise control and an intuitive interface.

Keywords: Smart Feeder, ESP8266 NodeMCU, *Blynk*, IoT.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Valor movimentado pelo varejo <i>pet</i> globalmente (bilhões de dólares).	15
Figura 2 – Arduino Nano.	20
Figura 3 – Arduino Uno.	20
Figura 4 – Arduino Mega.	20
Figura 5 – Arduino IDE.	21
Figura 6 – Programa Monitor Serial.	21
Figura 7 – ESP8266 NodeMCU.	22
Figura 8 – Esquema de Pinos do NodeMCU.	23
Figura 9 – RTC DS1302.	25
Figura 10 – Componentes de um servomotor.	27
Figura 11 – Sinais de controle e movimentação do servomotor.	27
Figura 12 – Servo motor MG995.	28
Figura 13 – Organização do <i>Blynk: App, Server e Libraries</i>	30
Figura 14 – Projeto usando Local <i>Blynk</i> Server.	31
Figura 15 – Aplicativo <i>Blynk</i>	32
Figura 16 – Biblioteca do <i>Blynk</i> no IDE do Arduino.	33
Figura 17 – Protocolo MQTT.	34
Figura 18 – Sinal Digital.	35
Figura 19 – Variação de uma grandeza física (Temperatura) de forma analógica.	36
Figura 20 – Sensor infravermelho E18-D80NK.	36
Figura 21 – Sensor HC-SR501.	37
Figura 22 – Tremonha no fusion 360.	39
Figura 23 – Roda de porções no fusion 360.	39
Figura 24 – Compartimento de roda no fusion 360.	40
Figura 25 – Compartimento eletrônico no fusion 360.	40
Figura 26 – Tigela de comida no fusion 360.	41
Figura 27 – Tampa no fusion 360.	41
Figura 28 – Tampa da bateria no fusion 360.	41
Figura 29 – Compartimento no fusion 360.	42
Figura 30 – Estrutura.	42
Figura 31 – Recipiente e estrutura do protótipo.	43
Figura 32 – Roda dosadora.	44
Figura 33 – Parte da tremonha no qual é despejada a comida.	45
Figura 34 – Parte da tremonha que se conecta a roda dosadora.	45
Figura 35 – Conexão entre a tremonha e a roda dosadora.	46
Figura 36 – Fluxograma.	48
Figura 37 – Projeto eletrônico pelo <i>Proteus</i>	50
Figura 38 – Sistema eletrônico externo.	52
Figura 39 – Visão interna do sistema eletrônico.	53
Figura 40 – Adaptador do comedouro.	54
Figura 41 – O ID do modelo, o nome do dispositivo e o Token de autenticação.	55
Figura 42 – Device criado no site do <i>Blynk</i>	56
Figura 43 – <i>Datascreams</i> criados.	56
Figura 44 – <i>Datascreams</i> criados.	57
Figura 45 – Escolhendo a placa NodeMCU na IDE.	58
Figura 46 – Selecionando a placa NodeMCU na IDE.	58
Figura 47 – Instalando a biblioteca do <i>Blynk</i> na IDE.	59

Figura 48 – Incluindo a biblioteca do <i>Blynk</i> com o ESP8266 no código.....	59
Figura 49 – Diretivas de pré-processador	59
Figura 50 – <i>Blynk</i> no <i>play store</i>	60
Figura 51 – Acesso ao alimentador inteligente pelo <i>Blynk</i>	61
Figura 52 – Layout inicial.	62
Figura 53 – Modificar o horário da rotina pelo <i>Blynk</i>	62
Figura 54 – Aba dos alarmes no aplicativo <i>Blynk</i>	63
Figura 55 – Comedouro.	64
Figura 56 – Reservatório da ração abastecido.	64
Figura 57 – Gato de estimação utilizando o comedouro.	66
Figura 58 – Cachorro de estimação utilizando o comedouro.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Crescimento dos animais de estimação no Brasil (em milhões).	15
Tabela 2 – Especificações do ESP8266.	24
Tabela 3 – Medições dos componentes.	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Corrente alternada
API	Interface de programação de aplicativo
APP	Aplicativo
AVR	<i>Alf and Vegard's RISC processor</i> – Família de microcontroladores baseado na arquitetura RISC
AVR-G++	Compilador C++ para o AVR
C++	Linguagem de programação
CLK	<i>Clock</i> - Relógio
DAT	Data
DC	Corrente contínua
GND	<i>Ground</i> - Terra
HTTPS	<i>Hypertext transfer protocol secure</i> – Protocolo de transferência de hipertexto seguro
IDE	<i>Integrated development environment</i> – Ambiente integrado de desenvolvimento
IOT	Internet das coisas
M2M	<i>Machine-to-machine</i>
MBaaS	<i>Mobile backend as a service</i>
MCS	<i>Microcontroller System</i> – Sistema de microcontrolador
MCU	<i>Microcontroller unit</i> – Unidade de microcontrolador
MQTT	<i>Message queuing telemetry transport</i>
N	Velocidade do servo no protótipo
NC	<i>Normally closed</i> – Normalmente fechado
NO	<i>Normally open</i> – Normalmente aberto
NoSQL	<i>Not Only SQL</i> – Não somente SQL
NPN	Negativo-positivo-negativo
PET	Animais domésticos
PIC	Controlador de interface programável
PLA	Ácido polilático
Pmax	Potência máxima
PWM	<i>Pulse width modulation</i> – Modulação de largura de pulso
QOS	Qualidade de serviço
RISC	<i>Reduced instruction set computing</i> – Arquitetura de processador
RST	Reset

RTC	<i>Real time clock</i> – Relógio em tempo real
SQL	<i>Structured query language</i> – Linguagem de consulta estruturada
Tmax	Torque máximo
USB	<i>Universal serial bus</i> – Barramento serial universal
Wi-Fi	<i>Wireless fidelity</i> – Rede sem fio

LISTA DE SÍMBOLOS

μ	Massa específica
μs	Microsegundo
A	Ampere
cm^3	Centímetro cúbico
cm^3/s	Centímetro cúbico por segundo
deg	Graus
g	Gramas
g/cm^3	Gramas por centímetro cúbico
h	Hora
Hz	Hertz
Kg	Quilograma
$\text{kgf}\cdot\text{cm}$	Quilograma-força centímetro
m	Massa
mm	Milímetro
ms	milissegundo
mV	Milivolt
Nm	Newton metro
$^{\circ}\text{C}$	Graus celsius
Rot/s	Rotações por segundo
rpm	Rotações por minuto
s	Segundo
T	Tempo
V	Volts
v	Volume

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	GERAL	16
1.1.1	Específicos	16
1.2	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	ESTRUTURA.....	18
2.2	MICROCONTROLADORES	18
2.2.1	Arduino	19
•	<i>IDE de desenvolvimento.....</i>	<i>20</i>
2.2.2	ESP8266 NodeMCU.....	22
•	<i>Características gerais.....</i>	<i>23</i>
2.2.3	Real Time Clock	25
2.3	SERVOMOTOR.....	25
2.3.1	Servo motor MG995	28
•	<i>Especificações.....</i>	<i>28</i>
2.4	APLICATIVO	29
2.4.1	Blynk.....	29
•	<i>Blynk Server</i>	<i>30</i>
•	<i>Blynk App</i>	<i>31</i>
•	<i>Blynk Library.....</i>	<i>32</i>
•	<i>Protocolo de Comunicação.....</i>	<i>33</i>
2.5	SENSORES.....	34
2.5.1	Tipos de sensores	34
•	<i>Sensores digitais</i>	<i>35</i>
•	<i>Sensores Analógicos.....</i>	<i>35</i>
2.5.2	Sensor infravermelho E18-D80NK.....	36
2.5.3	Sensor HC-SR501.....	37
3	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	38
3.1	DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA	38
3.2	DESENVOLVIMENTO MECÂNICO.....	43
3.2.1	Dosagem do comedouro	44
3.2.2	Depósito do protótipo.....	45
3.2.3	Especificação do sistema do motor	46
3.3	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE.....	47
3.3.1	Fluxograma.....	47
3.3.2	Projeto eletrônico.....	49
3.3.3	Interligação entre os dispositivos eletrônicos	51

3.3.4	ESP8266	53
3.3.5	Protocolo de Comunicação.....	54
3.3.6	Fonte de alimentação para o protótipo	54
3.4	CONFIGURAÇÃO DA PLATAFORMA <i>BLYNK</i> E DISPOSITIVO NO PROJETO	55
3.5	PROGRAMAÇÃO DO <i>SOFTWARE</i>	57
3.6	APLICATIVO	60
3.7	LAYOUT E CONFIGURAÇÃO FINAL DO <i>SOFTWARE</i>	63
3.8	TESTES.....	65
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE CONTINUIDADE	67
	REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

O apreço pelos animais tem crescido cada vez mais. No passado os animais de estimação eram mantidos, principalmente, por razões funcionais, tais como proteção contra predadores, auxílio nas atividades de caça e segurança, refletindo uma visão mais pragmática da relação entre os humanos e os animais. No entanto, atualmente, os animais de estimação assumiram um papel cada vez mais relevante na vida das pessoas, tornando-se, muitas vezes, membros queridos e importantes da família e os tratam como tal, dedicando tempo, recursos e amor para proporcioná-los uma vida saudável e feliz. (BETCHEL, 2023).

De acordo com estudos publicados na revista científica de Tocantins (OLIVEIRA, ROSA, *et al.*, 2023), os animais de estimação podem fornecer apoio emocional e social para seus donos, ajudando a reduzir o estresse e a solidão. Além disso, os pets podem melhorar a saúde física e mental das pessoas, promovendo a atividade física, diminuindo a pressão arterial e melhorando a qualidade do sono.

Com o crescente ritmos de vida das pessoas, pode ser desafiador encontrar tempo para alimentar os animais de estimação em casa. Felizmente, a tecnologia tem avançado a ponto de oferecer soluções convenientes e eficientes para essa necessidade.

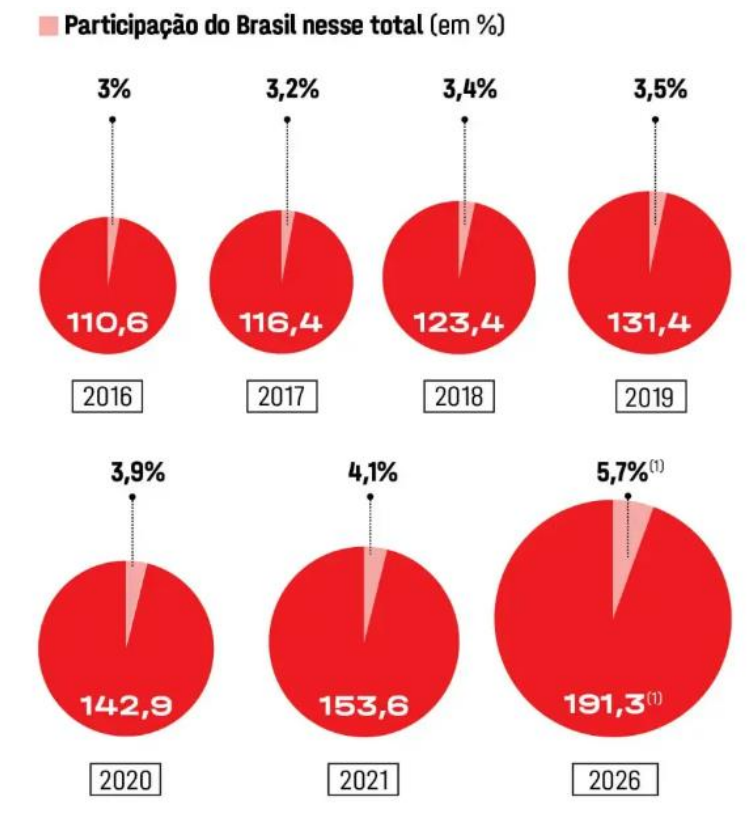
Observamos um aumento, principalmente no período da pandemia, no número de animais de estimação conforme mostrado na Tabela 1, o que tem impulsionado o mercado *pet* (como mostrado na Figura 1), assim o mercado vem investindo em soluções cada vez mais inovadoras e inteligentes para simplificar a rotina dos tutores em relação aos cuidados com seus *pets*. Atualmente, é possível encontrar uma grande variedade de produtos e serviços destinados aos animais de estimação, desde alimentos e acessórios até hospedagem e serviços veterinários. Além disso, é interessante notar que até mesmo canais de TV foram criados para atender às necessidades dos tutores que precisam deixar seus *pets* sozinhos por algum período, seja por motivos de trabalho ou lazer. Isso demonstra que o mercado *pet* está em constante evolução, atendendo às demandas dos tutores e de seus animais de estimação.

Considerando esse contexto, adquirir um alimentador automático inteligente, integrando à internet das coisas (IoT), para animais de estimação podem trazer benefícios significativos para o bem-estar dos *pets* e a gestão de tempo dos tutores.

Tabela 1 – Crescimento dos animais de estimação no Brasil (em milhões).

Ano	Cães	Gatos	Aves	Peixes	Rep. Peq. Mam.	Total
2018	54,2	23,9	39,8	19,1	2,3	139,3
2019	55,1	24,7	40	19,4	2,4	141,6
2020	55,9	25,6	40,4	19,9	2,51	144,31
2021	58,1	27,1	41	20,8	2,53	149,53

Fonte: (INSTITUTO, 2022).

Figura 1 – Valor movimentado pelo varejo *pet* globalmente (bilhões de dólares).

Fonte: (EXAME, 2022).

- **Justificativa**

Como já mencionado anteriormente, o mercado relacionado a animais de estimação está experimentando um crescente contínuo. O interesse em adquirir produtos que aprimorem o bem-estar desses animais, que desempenhem um papel significativo na qualidade de vida das pessoas, também tem aumentado consideravelmente. Esse cenário torna atrativo o aprofundamento no entendimento dessa área e a busca por oportunidades de aprimoramento.

Paralelamente à expansão da população de animais de estimação, observa-se uma tendência de desenvolvimento de projetos voltados para a Internet das Coisas (IoT). Originada há algum tempo, essa tendência reflete-se na multiplicação de iniciativas que abrangem desde automação residencial até aplicações em domótica, além da criação de aplicativos que simplificam e otimizam o cotidiano. A crescente acessibilidade, tanto em termos financeiros quanto em termos de conhecimento, para empreender projetos nesse âmbito tem criado um ambiente propício à inovação e à concepção de soluções tecnológicas.

No contexto da crescente expansão do mercado dedicado aos animais de estimação e da crescente busca por aprimorar suas condições de vida, a escolha de um projeto direcionado para o desenvolvimento de um alimentador inteligente para *pets* se estabelece como uma seleção estrategicamente embasada. Dentro das diversas opções existentes no vasto cenário do mercado *pet*, a concepção de um alimentador inteligente justifica-se por sua capacidade de conjugar a interseção entre a inovação tecnológica, o cuidado com os animais de estimação e a aplicação prática da Internet das Coisas (IoT).

1.1 Geral

Desenvolver um sistema de alimentação automático e inteligente para animais domésticos utilizando o microcontrolador ESP8266 e o aplicativo *Blynk*, com o intuito de melhorar a qualidade de vida dos *pets* e a praticidade na rotina dos seus donos.

1.1.1 Específicos

- Definir e montar a estrutura do comedouro;
- Projetar e construir um circuito eletrônico do alimentador inteligente utilizando o ESP8266 e o servomotor;
- Utilizar o aplicativo *Blynk* para controlar o alimentador inteligente, permitindo a programação dos horários, quantidade de alimentos e liberação da comida para os *pets*;

- Implementar funcionalidades práticas e informativas para o tutor (plataforma *Blynk*) sobre a alimentação do *pet*.

1.2 Organização do Trabalho

O trabalho foi organizado em quatro capítulos, sendo o primeiro destinado a introdução, na qual se delimitou o tema, apresentou-se a justificativa e a problemática e expuseram-se os objetivos do projeto.

No segundo capítulo, abordou-se a fundamentação teórica. Nesta seção, apresentamos de maneira sucinta a estrutura adotada para o protótipo, além de discorrer sobre o aplicativo selecionado para o projeto, o *Blynk*. A escolha desse aplicativo se deve à sua simplicidade no desenvolvimento, agilidade na prototipagem e habilidade de conexão com dispositivos IoT.

Destacamos também os componentes fundamentais utilizados. O Esp8266 foi a escolha natural devido sua conectividade Wi-Fi embutida, baixo custo, ampla documentação disponível para simplificar seu manuseio, flexibilidade de programação, eficiência em termos de consumo de energia, formato compacto e integração com plataformas IoT. Além disso, o servomotor MG995, que foi selecionado em virtude de seu alto torque, ampla disponibilidade no mercado, custo acessível, facilidade de controle e versatilidade em diversas aplicações.

O terceiro capítulo trata do desenvolvimento, no qual se explica como todo o projeto foi montado, incluindo a escolha do tipo de comedouro, a seleção da estrutura mecânica (por meio da escolha do servo MG995), a criação do aplicativo e das funcionalidades correspondentes, o projeto eletrônico, o software utilizado, a fonte de alimentação e outros aspectos relevantes.

Por fim, o capítulo quatro apresenta as conclusões do projeto, as quais foram obtidas por meio da análise do protótipo montado, acompanhada das considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O alimentador inteligente é um dispositivo eletrônico que tem como principal objetivo tornar a alimentação de animais de estimação mais controlada e adequada. Sua funcionalidade baseia-se em um mecanismo programado, em alguns casos por meio de um aplicativo, que distribui o alimento em determinados intervalos de tempo, (FIRMINO e FIRMINO, 2020). É necessário um compartimento destinado a alimentação *pet*, numa estrutura que possibilite a distribuição da comida. Além disso, diversos componentes são essenciais para o funcionamento adequado do dispositivo como sensores de peso, temporizadores, microcontroladores, que assegura, a quantidade correta do alimento que será colocado nos potes, de acordo com a programação pré-definida. É importante destacar que existem diversas outras funcionalidades que o alimentador inteligente oferece, tais como a capacidade de se conectar a aplicativos para monitorar, programar horários para a alimentação e o comportamento do *pet*, além de possibilitar o envio de alertas sobre problemas no comedouro e solicitar o reabastecimento da comida, entre outras possibilidades.

2.1 Estrutura

Para desenvolver um alimentador inteligente, é necessário dispor de um comedouro. O comedouro é um recipiente utilizado para colocar comida para animais, como cães, gatos, pássaros, entre outros.

Foi utilizado o software de modelagem 3D da *Autodesk*, conhecido como *Fusion 360*, para criar o design da estrutura do comedouro. O *Fusion 360* é uma ferramenta utilizado em diversos campos, incluindo engenharia, design industrial, arquitetura entre outros.

2.2 Microcontroladores

Muitas vezes confundido com “microprocessador”, talvez pela semelhança de nomes, o microcontrolador consiste em um único circuito integrado que reúne um microprocessador, memórias voláteis e não voláteis e diversos periféricos de entrada

e saída de dados, o que constitui um microcomputador em um único componente. Ou seja, ele nada mais é do que um computador muito pequeno capaz de realizar determinadas tarefas de maneira eficaz e com um tamanho compacto. (UFCG, 2020). São frequentemente utilizados em aplicações onde é necessário controlar sistemas e dispositivos em tempo real, como em automação industrial, robótica, sistemas de controle, dispositivos médicos, eletrônicos de consumo, sistema de segurança, entre outros.

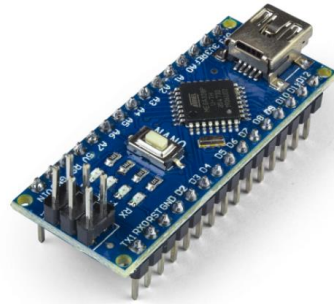
No mercado, é possível encontrar uma variedade de microcontroladores, cada um com suas características e capacidades distintas. Entre eles, destacam-se a linha PIC da Microchip, a MCS da Intel e a AVR da Amtel. Dentre essas opções, pode-se afirmar que a linha AVR é a mais popular, especialmente por ser utilizada nas placas de Arduino. O Arduino é uma plataforma amplamente difundida entre estudantes devido à sua facilidade de uso, simplicidade e acessibilidade.

2.2.1 Arduino

A plataforma Arduino é um hardware que foi concebido para ser uma arquitetura livre em uma única placa. O Arduino possui código aberto permitindo que desenvolvedores e entusiastas criem projetos eletrônicos. Consiste em um microcontrolador, um ambiente integrado (IDE) e uma comunidade online que compartilha conhecimento e projetos.

Existem vários tipos de placas do Arduino, as mais populares são o Arduino Nano mostrado na Figura 2, Arduino Uno mostrado na Figura 3 e o Arduino Mega mostrado na Figura 4. As principais diferenças entre eles residem em seu tamanho, número de portas de entrada/saída e memória disponível. O Nano é compacto, ideal para projetos com espaço limitado, mas possui menos portas e memória. O Uno oferece um equilíbrio intermediário em termos de tamanho, portas e memória. Enquanto isso, o Mega é a escolha para projetos mais complexos, pois possui mais portas e memória.

Figura 2 – Arduino Nano.



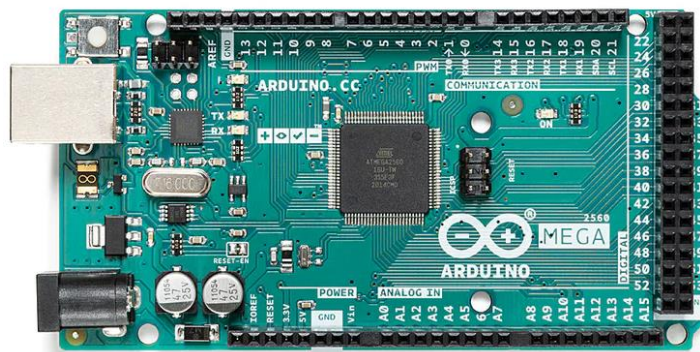
Fonte: (MANTECH, 2023).

Figura 3 – Arduino Uno.



Fonte: (R3, 2023).

Figura 4 – Arduino Mega.



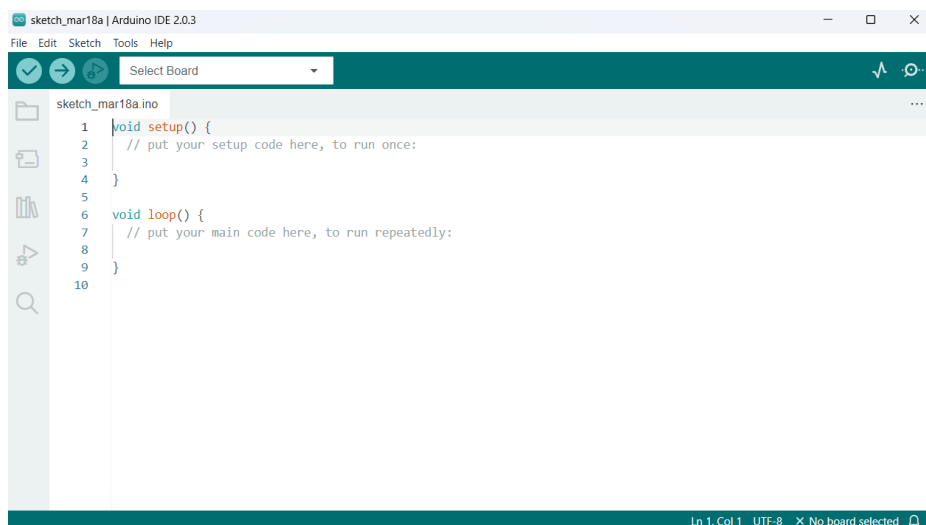
Fonte: (AMAZON, 2023).

- IDE de desenvolvimento

De acordo com (FERRONI, VIEIRA, *et al.*), comandos e programas são escritos no computador utilizando um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE – *Integrated development environment*), que permite escrever, compilar e carregar

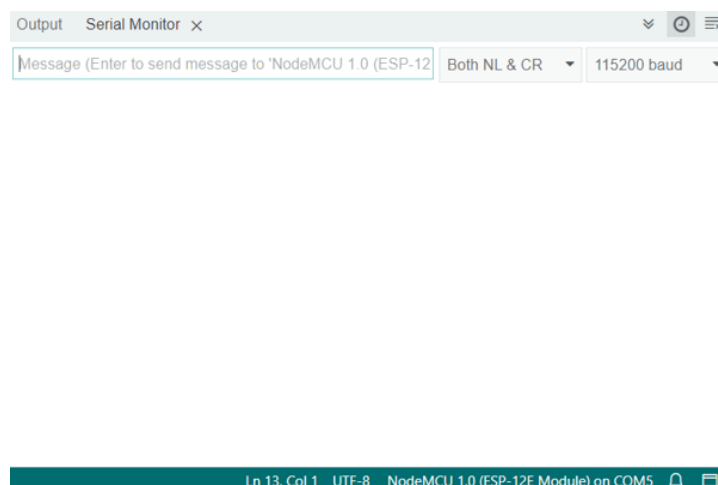
programas. A plataforma Arduino possui sua própria IDE, mostrado na Figura 5, de programação, que também suporta outras placas semelhantes ao próprio Arduino. A linguagem de programação predominante para o desenvolvimento de programas para microcontroladores é o C/C++, que é utilizada pela plataforma Arduino. A plataforma do Arduino oferece em sua IDE à possibilidade de visualização e monitoramento dos dados transmitidos e recebidos pela porta serial do microcontrolador, mostrado na Figura 6, que é um recurso valioso para depurar os programas.

Figura 5 – Arduino IDE.



Fonte: Próprio autor

Figura 6 – Programa Monitor Serial.



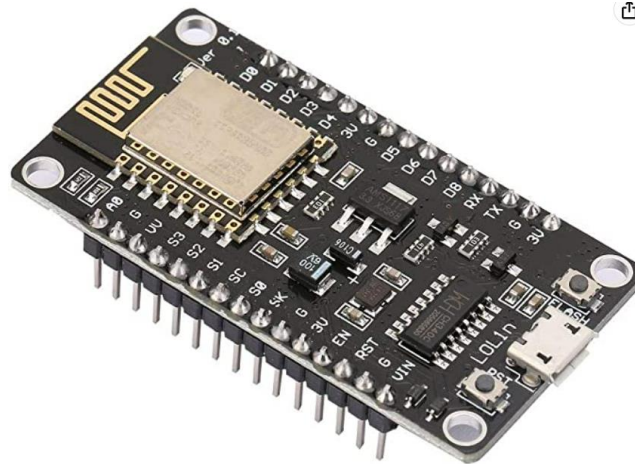
Fonte: Próprio autor.

2.2.2 ESP8266 NodeMCU

O kit de desenvolvimento ESP8266 NodeMCU foi desenvolvido pela empresa Espressif Systems. É um modulo de baixo custo, baseado no microcontrolador ESP8266, que possui Wi-Fi de baixa potência, que o seu grande diferencial, o kit possui ainda regulador de tensão, conversor USB-Serial e uma variedade de pinos ligados aos GPIOs do microcontrolador que permitem a conexão de periféricos. Além disso a placa também é compatível com a IDE do Arduino.

Com o ESP8266 é possível criar projetos que se conectam à internet, permitindo que dispositivos como sensores, atuadores, controladores e aplicativos, através de uma rede Wi-Fi, se comuniquem com outros dispositivos através da rede. É possível criar projetos de diferentes tipos, desde dispositivos simples de monitoramento de temperatura e umidade até projetos mais complexos, como de um sistema de automação residencial. O uso do ESP8266 para IoT está se tornando cada vez mais popular devido à sua facilidade de uso, custo acessível e uma grande variedade de recursos. Na Figura 7, observa-se a imagem do NodeMCU ESP8266.

Figura 7 – ESP8266 NodeMCU.

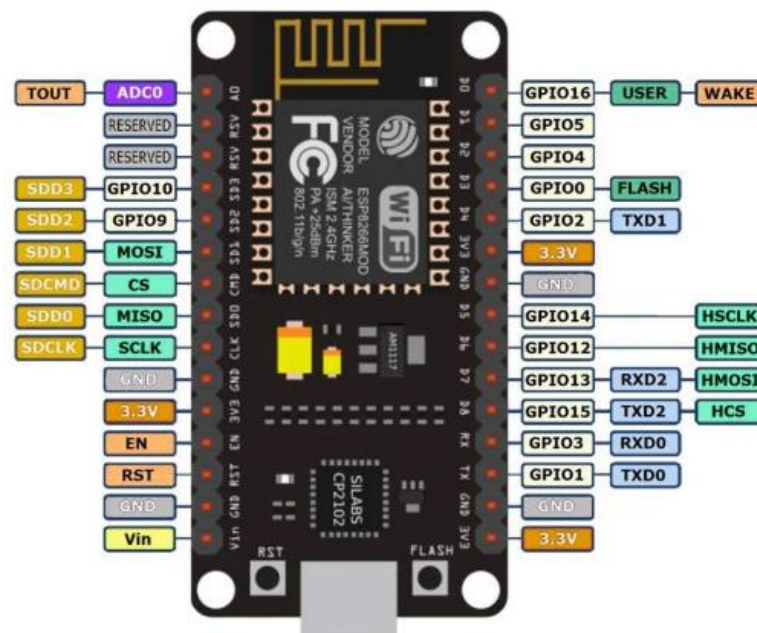


Fonte: (AMAZON).

- Características gerais

Na Figura 8 é possível observar o esquema de pinos do NodeMCU.

Figura 8 – Esquema de Pinos do NodeMCU.



Fonte: (ALIEXPRESS).

Na Tabela 2 é possível observar as características gerais do ESP8266, de acordo com o *datasheet* (TEAM, 2017) do fabricante. Nessa tabela, são apresentados diversos aspectos do dispositivo, abrangendo suas capacidades de conectividade Wi-Fi, detalhes específicos de hardware e características fundamentais de software.

No que se refere à categoria Wi-Fi, destaca-se a capacidade do ESP8266 de estabelecer conectividade sem fio tanto em redes locais quanto na internet. Dentro dessa categoria, são apresentadas informações específicas, como os padrões Wi-Fi suportados, a faixa de frequência operacional, protocolos associados, bem como a certificação e o tipo de antena utilizado.

A seção de características de hardware aborda elementos essenciais, incluindo a faixa de tensão e corrente de operação, o intervalo de temperatura no qual o dispositivo pode operar de maneira confiável, bem como detalhes referentes à CPU.

Por fim, as características de software são apresentadas, englobando protocolos de rede, modos de funcionamento Wi-Fi, informações sobre o *firmware*, o ambiente de desenvolvimento de software compatível, criptografia e quais plataformas os usuários podem configurar.

Tabela 2 – Especificações do ESP8266.

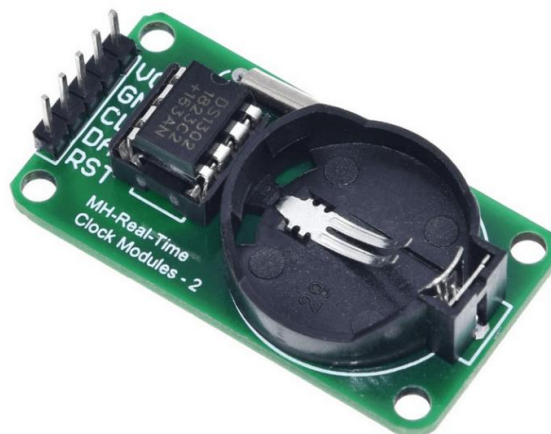
Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n (HT20)
	Frequency Range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz (2400 MHz ~ 2483.5 MHz)
	TX Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: -72 dbm (MCS7)
Hardware	Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Operating Voltage	2.5 V ~ 3.6 V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	-40 °C ~ 125 °C
Software	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
	External Interface	-
	Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App

Fonte: (TEAM, 2017).

2.2.3 Real Time Clock

O RTC (Real Time Clock) DS1302, mostrado na Figura 9, é um circuito integrado, fabricado pela *Maxim Integrated*, usado como relógio de tempo real em diversos dispositivos eletrônicos. O RTC DS1302 é amplamente utilizado em projetos eletrônicos devido à sua simplicidade, baixo custo e boa precisão de tempo. O componente utiliza uma bateria de lítio para manter a hora atualizada, mesmo quando o dispositivo estiver desligado, além de ser facilmente incorporado em sistemas microcontrolados. O DS1302 também apresenta baixo consumo de energia, tornando-o adequado para dispositivos com restrição energética, garantindo um uso eficiente da energia disponível.

Figura 9 – RTC DS1302.



Fonte: (LIVRE).

2.3 Servomotor

Um servomotor é um dispositivo eletromecânico utilizado para controlar e ajustar a posição de um eixo ou mecanismo em um sistema automatizado. Ele é amplamente empregado em diversas aplicações industriais, robóticas, de automação e controle de movimento.

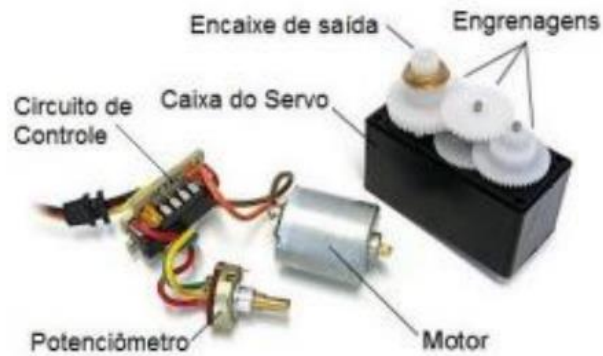
A palavra “servomotor” deriva de “servomecanismo” que se refere a um sistema de controle automatizado que utiliza um mecanismo para regular precisamente a posição, velocidade ou outras características de um dispositivo ou processo.

Os servomotores mais comuns possuem um limite de rotação entre 0° e 180° (ou até 360° em alguns casos), o qual é determinado pela faixa de controle do dispositivo. Quando ocorre uma alteração na entrada de controle, a posição do potenciômetro é ajustada para refletir essa mudança. Isso permite que o servomotor mantenha uma posição específica e reaja rapidamente às variações na entrada de controle, garantindo um controle preciso e ágil do movimento.

O funcionamento preciso e confiável dos servomotores é possível devido à interdependência de diversos componentes, conforme ilustrado na Figura 10. Os elementos chaves que constituem um servomotor incluem:

- **Motor:** No cerne do servomotor, encontra-se o motor elétrico responsável pela geração do movimento.
- **Engrenagens:** Componentes que amplificam o torque produzido pelo motor, ao mesmo tempo em que reduzem a velocidade de rotação. Isso resulta em um controle mais refinado em baixas velocidades e maior precisão de movimento.
- **Sensor de *Feedback* (Potenciômetro):** Fornece informações em tempo real sobre a posição atual do eixo do motor;
- **Circuitos de controle:** Os circuitos de controle desempenham um papel fundamental ao gerenciar diversos aspectos do servomotor, incluindo a corrente, proteção contra sobrecorrente e superaquecimento. Eles são vitais para manter o funcionamento seguro e eficiente.
- **Haste de saída:** É a parte do servomotor que se conecta ao mecanismo que precisa ser controlado. A precisão do movimento é transferida dessa haste;
- **Caixa do servo (Caixa de engrenagens):** É uma estrutura que abriga um conjunto de engrenagens interligadas. Essa caixa desempenha um papel vital ao transformar a saída de alta velocidade e baixo torque do motor em um movimento mais lento e controlado com maior torque.

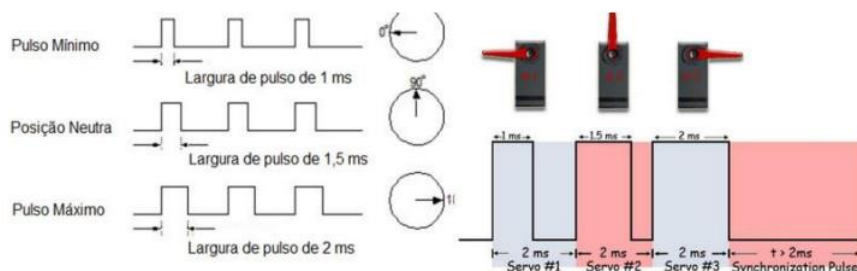
Figura 10 – Componentes de um servomotor.



Fonte: (TANNUS, 2018).

O servomotor recebe um sinal modulado utilizando-se a técnica de modulação de largura de pulso (PWM), mostrado na Figura 11. Esse sinal possui apenas dois valores possíveis: 0V ou 5V. O circuito de controle do servo monitora esse sinal em intervalos regulares de 20ms. Durante cada intervalo o circuito de controle analisa o sinal e, caso detecte qualquer mudança ajusta a posição do eixo do motor para que corresponda ao sinal recebido.

Figura 11 – Sinais de controle e movimentação do servomotor.



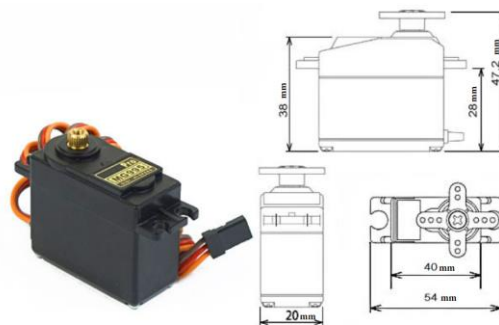
Fonte: (TANNUS, 2018).

Quando se tenta alterar mecanicamente a posição do eixo de um servomotor, o mesmo vai oferecer uma resistência a essa mudança, tal resistência é conhecida como torque. O torque representa a medida da força rotacional que o motor é capaz de produzir e é expresso em kgf.cm (quilograma-força centímetro). Em outras palavras, o torque é a força que o motor pode aplicar a uma determinada distância do eixo de rotação.

2.3.1 Servo motor MG995

O servomotor MG995 é um dos servomotores mais amplamente utilizados e populares em projetos de robótica, automação e modelismo. Ele é reconhecido por sua confiabilidade, torque considerável e custo acessível. Na Figura 12, é possível observar as dimensões físicas do servomotor. Abaixo dessa ilustração, apresentam-se suas especificações abrangentes, abordando critérios como peso, torque, ângulo de rotação, velocidade de operação, largura de banda e faixa de temperatura.

Figura 12 – Servo motor MG995.



Fonte: (JONES, MARLIN P.).

- *Especificações*
- Peso: 55g;
- Dimensão: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm aproximadamente;
- Stall torque: 8.5 kgf.cm (4.8 V), 10 kgf.cm (6 V);
- Ângulo de rotação: 120deg. (+- 60 para o centro);
- Velocidade de operação: 0.2 s/60° (4.8 V), 0.16 s/60° (6 V);
- Tensão de operação: 4.8 V até 7.2 V;
- Largura de banda: 5 µs;
- Projeto de rolamento de esferas duplo estável e à prova de choque;
- Engrenagens de metal;
- Range de temperatura: 0 °C até 55 °C;

Fonte: (JONES, MARLIN P.)

2.4 Aplicativo

Um aplicativo para um alimentador inteligente desempenha um papel crucial na otimização e na experiência do usuário, fornecendo benefícios significativos. Uma das funcionalidades do aplicativo é a capacidade de controlar o alimentador de forma remota, a partir de dispositivos móveis como smartphones ou tablets. Esse recurso se torna útil para proprietários que precisam se ausentar de casa.

Além disso, o aplicativo permite a configuração precisa de horários para a alimentação de animais. Outra característica é a capacidade de ajustar a quantidade de comida a ser dispensada, envio de alertas e notificações para lembrar os proprietários de alimentarem seus animais de estimação.

A disponibilidade de um aplicativo dedicado enriquece a funcionalidade do alimentador inteligente, além de fornecer controle remoto e personalização precisa, oferece uma experiência mais completa e conveniente para os proprietários.

Com a finalidade de atender esses requisitos, buscou-se uma solução de aplicativo que apresentasse uma interface de usuário intuitiva, facilidade de utilização, compatibilidade, principalmente com o dispositivo ESP8266, customizável, além da habilidade de ser acessado instantaneamente em qualquer localização. Nessa perspectiva, é cabível afirmar que o aplicativo *Blynk* demonstra uma resposta condizente com todos esses requisitos.

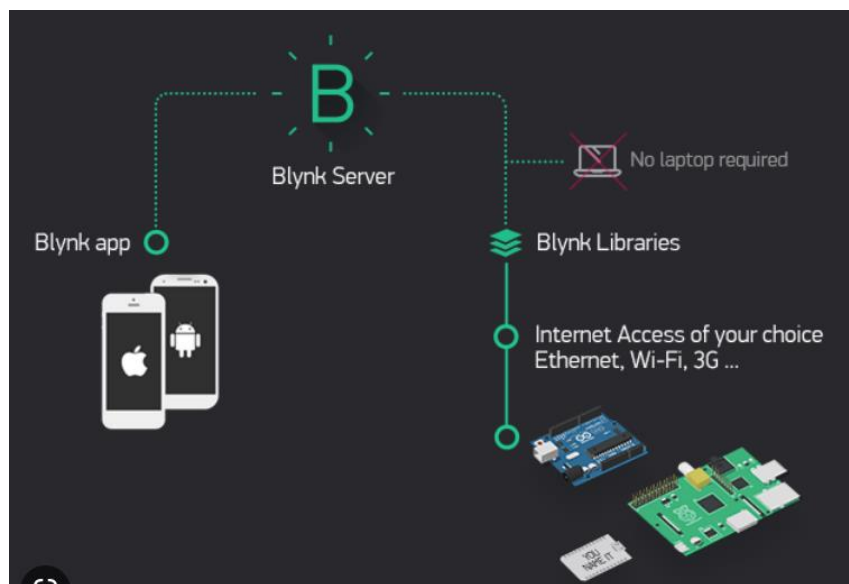
2.4.1 *Blynk*

O artigo “Blynk: A platform for creating Mobile applications for the internet of things” (PAVEL BUKHTIYAROV, 2018) destaca a importância do *Blynk* como uma plataforma acessível e com fácil utilização para desenvolver aplicativos para telefones móveis e dispositivos baseados em IoT, permitindo aos usuários controlar e monitorar seus dispositivos remotamente por meio de uma interface intuitiva e personalizável.

O *Blynk* consiste três componentes principais: Um aplicativo móvel, um servidor na nuvem e um conjunto de bibliotecas que permitem que os dispositivos IoT se comuniquem com o *Blynk*. Oferece suporte a vários protocolos de comunicação, Wi-Fi, Bluetooth, ethernet, permitindo a conexão de uma quantidade grande de dispositivos, tais como Arduino e dispositivos baseados no microcontrolador

ESP8266. Um dos principais benefícios do *Blynk* é a capacidade de controlar dispositivos IoT de qualquer lugar do mundo, utilizando um aplicativo para telefone móvel. Para isso, a plataforma *Blynk* tem que estar configurada e conectada a um servidor através da *internet* e o dispositivo móvel também tem que estar conectado à *internet*. O *Blynk* é composto por três partes: O *Blynk App*, o *Blynk Server* e a *Blynk Library* conforme mostrado na Figura 13. (SERRANO, 2018).

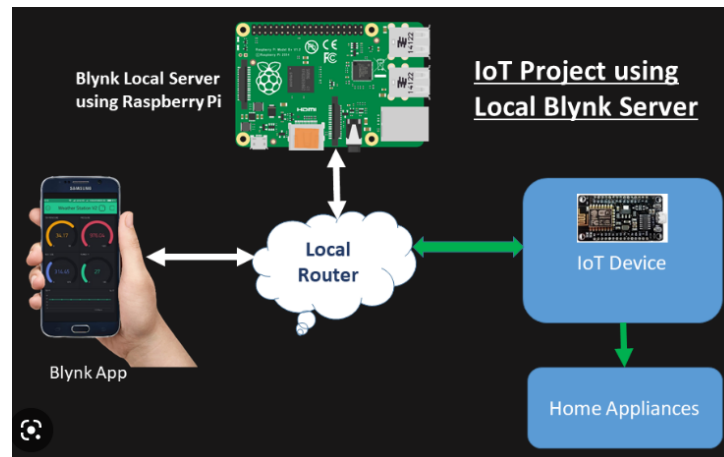
Figura 13 – Organização do *Blynk*: App, Server e Libraries.



Fonte: (SERRANO, 2018).

- *Blynk Server*

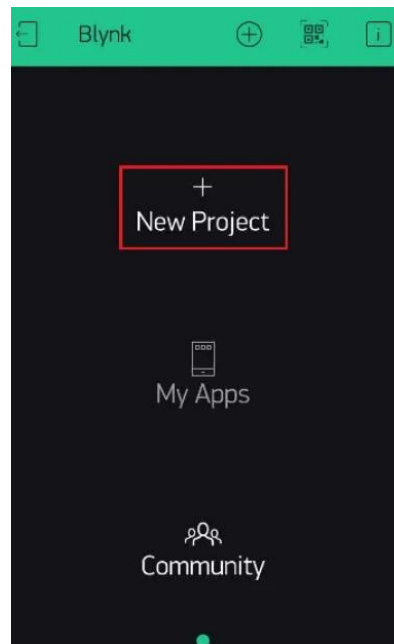
O *Blynk Server* é responsável por toda a comunicação entre o aplicativo e o hardware do usuário, como ilustrado no esquema apresentado na Figura 14. Podendo ser usado pelo *Cloud Blynk* ou um servidor privado *Blynk* localmente. Além disso faz o armazenamento dos dados dos sensores lidos pelo hardware mesmo o aplicativo estando fechado, garantindo que os dados não serão perdidos. (BLYNK).

Figura 14 – Projeto usando Local *Blynk* Server.

Fonte: (STARTERS, 2020).

- *Blynk App*

O aplicativo *Blynk*, mostrado na Figura 15, permite que os usuários criem suas próprias interfaces personalizadas de controle para seus dispositivos IoT, usando uma variedade grande de *widgets* que, são elementos interativos e visuais que compõem a interface de um aplicativo ou plataforma, como botões, gráficos, *sliders*, são elementos interativos de interface que permitem aos usuários selecionar um valor dentro de um intervalo específico, movendo um controle deslizante horizontal ou vertical. Também fornece recursos avançadas como alertas de email, notificações, mensagens. Tem uma fácil integração de novas funcionalidades utilizando pinos virtuais.

Figura 15 – Aplicativo *Blynk*.

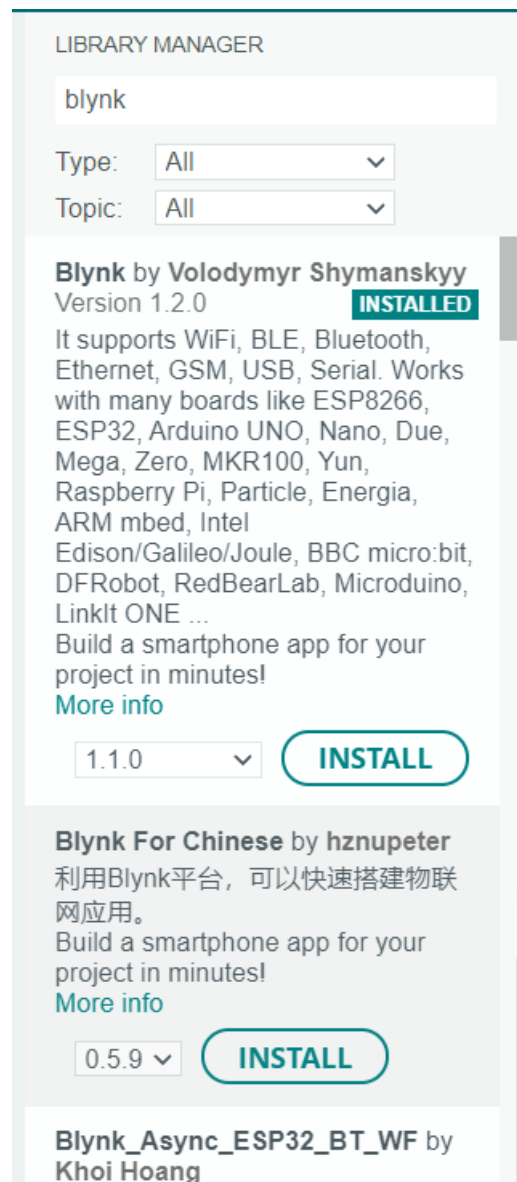
Fonte: (VIANA, 2020).

- *Blynk Library*

A biblioteca *Blynk* é uma ferramenta útil para simplificar o processo de desenvolvimento de internet das coisas (IoT) conectados à plataforma *Blynk*. Ela oferece uma maneira simplificada de estabelecer a comunicação bidirecional entre hardware, como microcontroladores e placas de desenvolvimento, e aplicativos móveis através da plataforma *Blynk*. (BLYNK). Ela é projetada para ser facilmente integrada a uma variedade de plataformas e microcontroladores populares, como Arduino, ESP8266, Raspberry Pi entre outros.

Para integrar a biblioteca *Blynk* ao ESP8266, é essencial realizar o download da biblioteca por meio da IDE do Arduino, conforme mostrado na Figura 16. Isso proporciona a base necessária para a utilização da plataforma *Blynk* em projetos desenvolvidos com o ESP8266.

Figura 16 – Biblioteca do *Blynk* no IDE do Arduino.

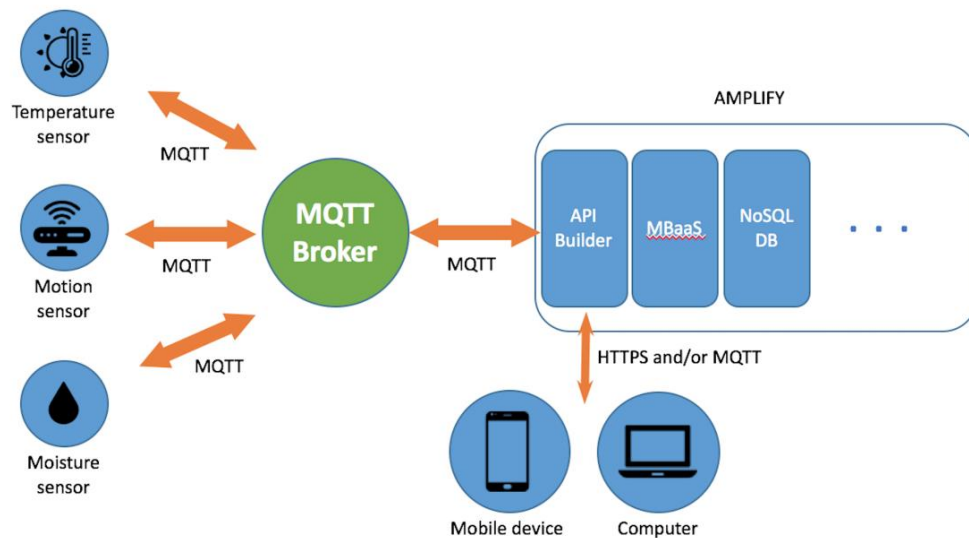


Fonte – Próprio autor.

- *Protocolo de Comunicação*

O protocolo de comunicação do *Blynk* é o *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Desempenha um papel crucial na troca de informações entre dispositivos IoT e o servidor *Blynk*. Projetado para possibilitar comunicações eficazes e eficientes entre dispositivos com recursos limitados, como microcontroladores, sensores e servidores centralizados. Sua estrutura é organizada em torno de um modelo publicação e assinatura, que permite a comunicação bidirecional entre dispositivos e servidores, conforme mostra na Figura 17.

Figura 17 – Protocolo MQTT.



Fonte: (ALFACOMP, 2022)

2.5 Sensores

Um sensor é um dispositivo ou componente que é utilizado para detectar ou medir uma mudança em uma determinada condição física, química, mecânica ou ambiental e convertê-la em um sinal elétrico ou outro tipo de sinal mensurável. Sensores são amplamente utilizados em uma variedade de aplicações, desde dispositivos eletrônicos e automóveis até sistemas de automação industrial e equipamentos médicos. (Dicionário Eletrônico e de Telecomunicações).

2.5.1 Tipos de sensores

Existem vários tipos de sensores que respondem à estímulos diferentes como por exemplo: calor, pressão, movimento, luz, proximidade, infravermelho, nível de água entre outros. (MATTEDE).

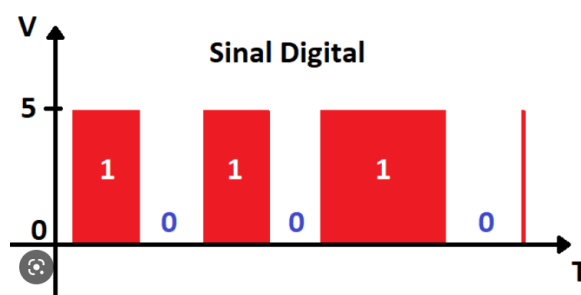
A seleção dos sensores é influenciada pelas características do projeto em questão e pelo tipo de sinal ou processo que precisa ser controlado ou detectado. Nesse processo, consideram-se fatores como o ambiente de aplicação, a precisão

requerida, a faixa de medição, a natureza do sinal (analógico ou digital), entre outros. Portanto a escolha adequada dos sensores é fundamental para garantir um desempenho eficiente e confiável do sistema em geral.

- *Sensores digitais*

Sensores digitais são dispositivos que capturam informações do ambiente físico e as convertem em sinais digitais, como mostrado na Figura 18, ou seja, em formatos discretos e binários, geralmente representados por valores de “0” (desligado) e “1” (ligado). Eles oferecem vantagens em termos de precisão, facilidade de processamento e comunicação de dados. (FONSECA, 2006).

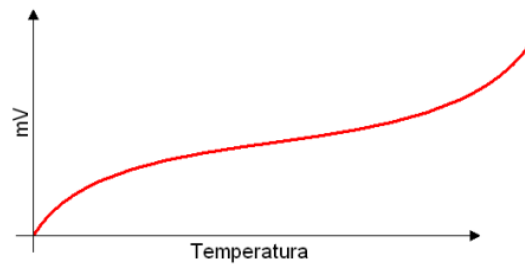
Figura 18 – Sinal Digital.



- *Sensores Analógicos*

Esse é um tipo de sensor que gera uma geração contínua de saída proporcional à grandeza física que está sendo medida. Essa saída pode ser uma corrente, tensão ou resistência que varia de acordo com a magnitude da grandeza física medida. Um exemplo de uma variação da grandeza física de forma analógica é a temperatura, conforme mostrado na Figura 19. Existem várias aplicações para esses sensores, como por exemplo medição da pressão, aceleração, força, entre outros.

Figura 19 – Variação de uma grandeza física (Temperatura) de forma analógica.



Fonte: (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2020)

2.5.2 Sensor infravermelho E18-D80NK

O sensor infravermelho E18-D80NK, mostrado na Figura 20, é um sensor de proximidade que usa luz infravermelha para detectar objetos em sua área de detecção. Esse sensor é do tipo NPN de três fios, identificados nas cores preto, vermelho e branco, e é normalmente aberto (NO) quando não está detectando nenhum objeto. Quando o sensor detecta um objeto, a sua saída é acionada no estado normalmente fechado (NC), o que permite que a corrente flua. É compacto, fácil de usar e tem uma grande quantidade de aplicações em projetos eletrônicos de automação industrial. Pode ser usado como um sensor de detecção de objetos em robôs, sistemas de segurança, sistemas de automação de portas e muitas outras aplicações.

Figura 20 – Sensor infravermelho E18-D80NK.



Fonte: (AMAZON, 2023).

2.5.3 Sensor HC-SR501

O sensor HC-SR501, mostrado na Figura 21, é um sensor de movimento baseado na tecnologia de infravermelho passivo (PIR) que detecta movimentos de objetos e pessoas em uma área de até 7 metros de distância e com um ângulo de detecção de até 120 graus. Ele é composto por lentes que focam a energia infravermelha emitida pelos objetos e envia um sinal de saída para o microcontrolador quando detecta movimento. É amplamente utilizado em automação residencial, segurança e iluminação automatizada, é de baixo custo, fácil de usar e compatível com a maioria dos microcontroladores, requer alimentação de 5 volts e consome apenas alguns microamperes em modo de espera.

Figura 21 – Sensor HC-SR501.



Fonte: (ELETRONICACASTRO)

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Nesse capítulo, será apresentado todo o processo de desenvolvimento e construção do alimentador inteligente, abrangendo desde o desenvolvimento mecânico, estruturação do protótipo, projeto eletrônico até a construção do aplicativo.

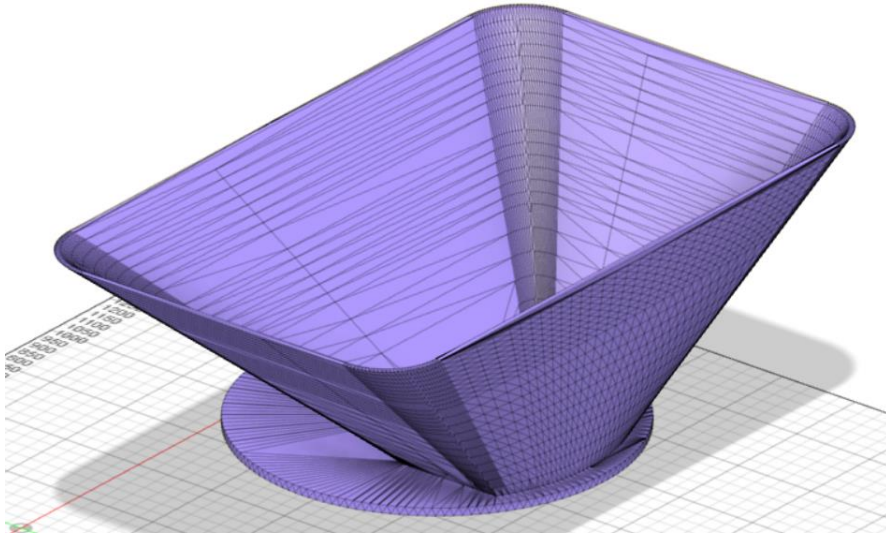
3.1 Desenvolvimento da Estrutura

O modelo, formatos e medidas das peças do comedouro foram definidas a partir do software fusion 360 e em seguida foram impressas por uma impressora 3D. Foram criadas 8 peças, cada uma com sua função específica no mecanismo do comedouro automatizado: Tremonha, mostrado na Figura 22, essa peça é responsável por armazenar e orientar o fluxo de comida; Roda de Porções, mostrado na Figura 23, desempenha o papel de conter a quantidade exata de comida a ser dispensada na tigela do comedouro; Compartimento da Roda, mostrado na Figura 24, é a estrutura destinada a encaixar a roda de porções, garantindo seu correto posicionamento; Compartimento Eletrônico, mostrado na Figura 25, essa estrutura abrigará o sistema do comedouro, incluindo o servomotor, o microcontrolador e conexões eletrônicas; Tigela de comida, mostrado na Figura 26, local no qual será despejado a comida para os *pets*; Tampa, mostrado na Figura 27, tampa de vedação do comedouro; Tampa da Bateria, mostrado na Figura 28, protege e assegura a fixação da bateria; Compartimento, mostrado na Figura 29, responsável por proteger e oferecer a sustentação do comedouro.

A Figura 30 demonstra o procedimento de encaixe de todas essas peças. Inicialmente a estrutura eletrônica é encaixada dentro do compartimento, e, em seguida, o compartimento da roda é acoplado ao compartimento eletrônico. A roda de porções é então fixada em seu compartimento. A tremonha se conecta à roda de porções, seguida pela instalação das tampas de vedação e eletrônica. Por fim, a tigela é posicionada na parte frontal do compartimento.

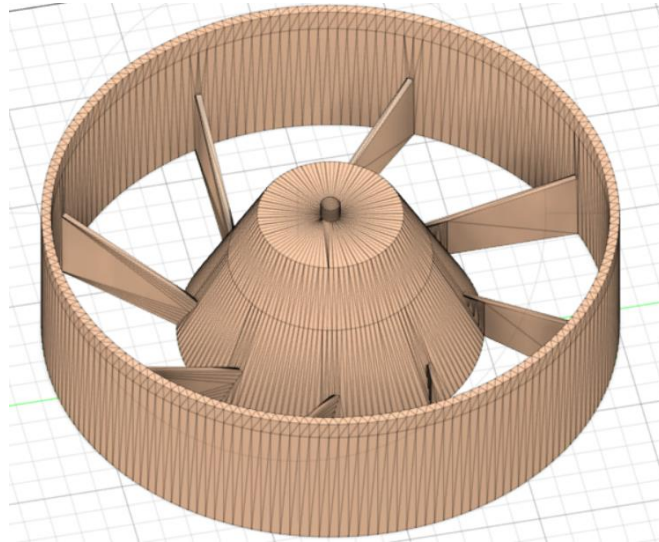
As dimensões precisas de cada componente estão detalhadas na Tabela 3, fornecendo uma visão completa das medidas envolvidas.

Figura 22 – Tremonha no fusion 360.



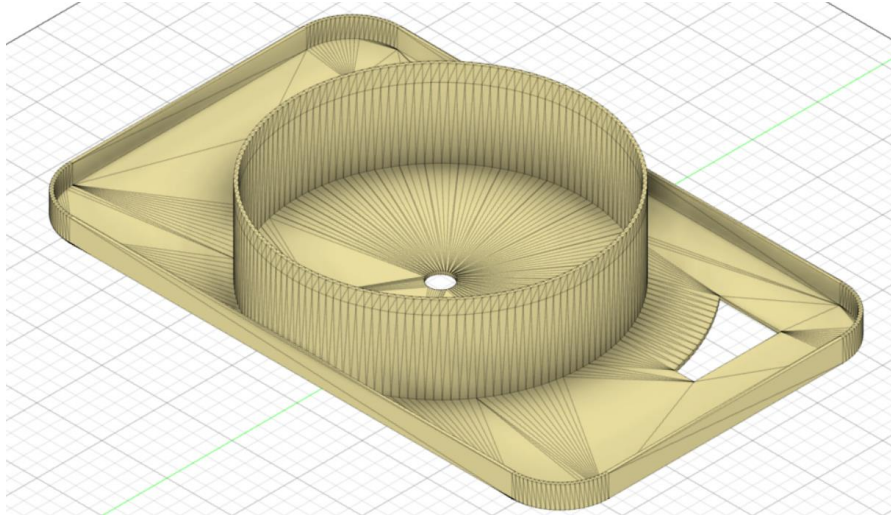
Fonte: Próprio autor.

Figura 23 – Roda de porções no fusion 360.



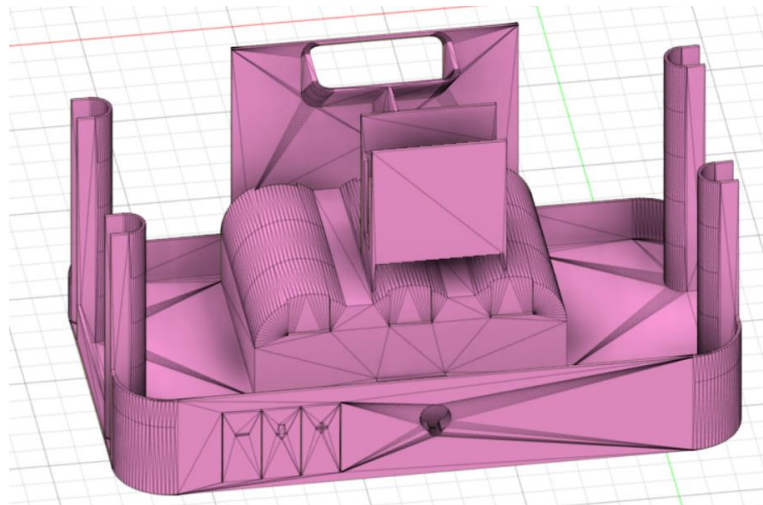
Fonte: Próprio autor.

Figura 24– Compartimento de roda no fusion 360.



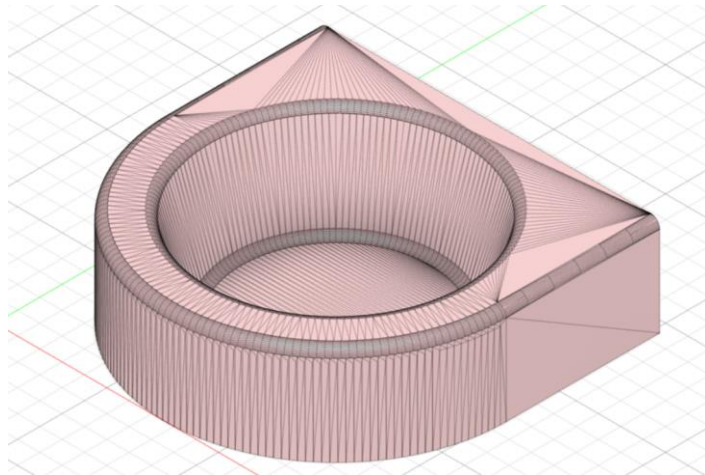
Fonte: Próprio autor.

Figura 25 – Compartimento eletrônico no fusion 360.



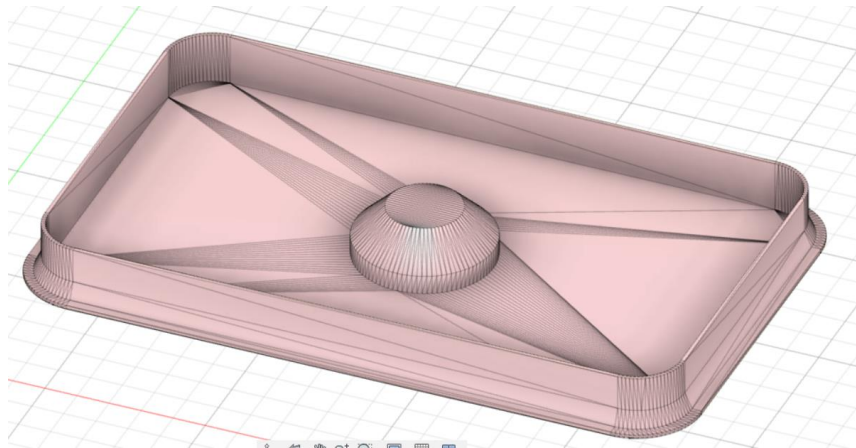
Fonte: Próprio autor.

Figura 26 – Tigela de comida no fusion 360.



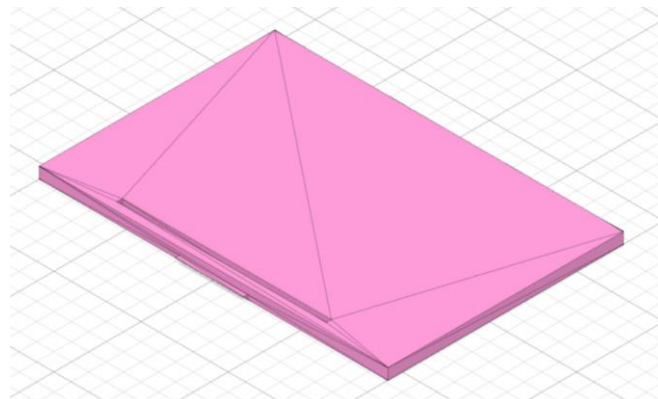
Fonte: Próprio autor.

Figura 27 – Tampa no fusion 360.



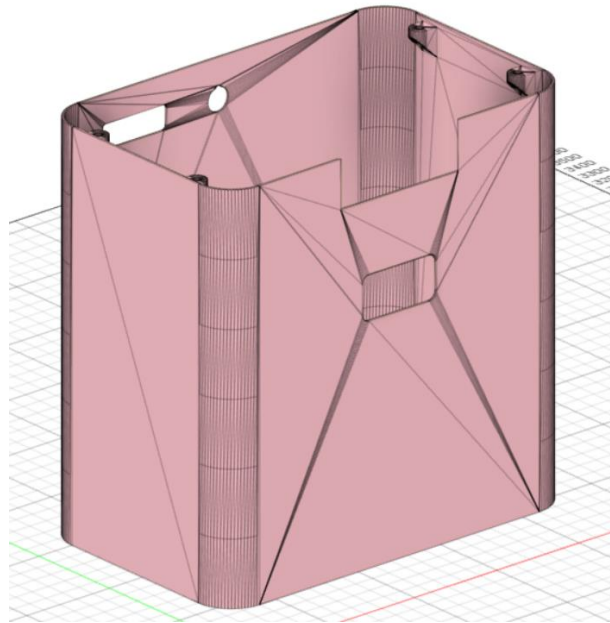
Fonte: Próprio autor.

Figura 28 – Tampa da bateria no fusion 360.



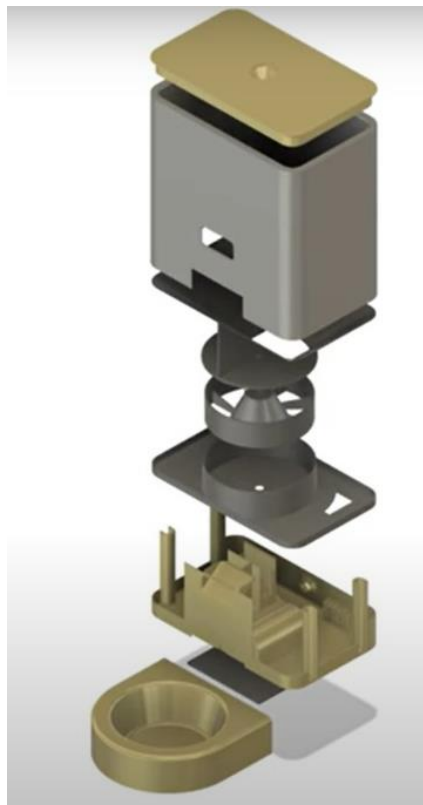
Fonte: Próprio autor.

Figura 29 – Compartimento no fusion 360.



Fonte: Próprio autor.

Figura 30 – Estrutura.



Fonte: (ULITIN, 2019).

Tabela 3 – Medições dos componentes.

Componentes	Dimensão
Tremonha	20,72 x 12,72 x 7,12 cm
Roda de porções	10,88 x 10,88 x 3,38 cm
Compartimento da roda	20,72 x 12,72 x 3,44 cm
Compartimento eletrônico	20,72 x 12,75 x 8,82 cm
Tigela de comida	15,25 x 15,16 x 4,42 cm
Tampa	21,00 x 13,00 x 1,72 cm
Tampa da bateria	10,01 x 7,08 x 0,32 cm
Compartimento	21,00 x 13,00 x 21,00 cm

Fonte: Próprio autor

3.2 Desenvolvimento Mecânico

O desenvolvimento mecânico teve como base a alimentação de cães e gatos, de pequeno e médio porte. Toda sua estrutura, como o recipiente, mostrado na Figura 31, e todas as suas outras partes foram fabricadas por uma impressora 3D devido a sua facilidade de personalização das peças, a possibilidade de produzir peças mais complexas e específicas. O material utilizado foi o PLA (ácido polilático) devido a sua alta qualidade de impressão e resistência, além de ser uma escolha segura para animais de estimação, pois apresenta baixo risco à saúde. O Protótipo tem capacidade para armazenar até 300 g de ração.

Figura 31 – Recipiente e estrutura do protótipo.



Fonte: Próprio autor.

3.2.1 Dosagem do comedouro

A função principal do mecanismo de dosagem mecânica é movimentar a ração do reservatório até o comedouro do animal por meio de deslocamentos controlados, o mecanismo constituído de uma roda dosadora, como mostrado na Figura 32, uma roda com compartimento, que gira em torno de um eixo central, e cada compartimento é preenchido com uma quantidade padrão de comida. O material utilizado foi o ácido polilático (PLA) devido a sua alta qualidade de impressão e resistência.

Foi determinada experimentalmente a capacidade de carga da roda dosadora por cavidade, a qual é igual a 6 gramas. Cabe destacar que a referida roda dosadora é composta por um total de 8 cavidades, o que resulta em uma capacidade máxima total de 48 gramas.

Figura 32 – Roda dosadora.



Fonte: Próprio autor.

3.2.2 Depósito do protótipo

O objetivo do depósito do sistema é armazenar uma quantidade específica de ração que será usada para alimentar os *pets* durante um determinado período. Para garantir que seja despejado gradualmente foi criado uma tremonha mostrada nas Figuras 33 e 34 que está interligada a roda dosadora mostrada na Figura 35. O material utilizado foi o PLA.

Figura 33 – Parte da tremonha no qual é despejada a comida.



Fonte: Próprio autor.

Figura 34 – Parte da tremonha que se conecta a roda dosadora.



Fonte: Próprio autor.

Figura 35 – Conexão entre a tremonha e a roda dosadora.



Fonte: Próprio autor.

O depósito de ração possui um volume de 6,97 litros.

3.2.3 Especificação do sistema do motor

O acionamento de todo o sistema de despejamento de comida é feito pelo servomotor MG995 que está acoplado diretamente do eixo da roda dosadora. O servomotor é controlado pelo microcontrolador ESP8266, programado para as posições solicitadas pelo dono pelo aplicativo ou por um botão de pulso ligado ao dispositivo. A escolha do MG995 foi devido ao torque elevado, a tensão utilizada no MG995 foi de 6 V.

3.3 Desenvolvimento do sistema de automação e controle

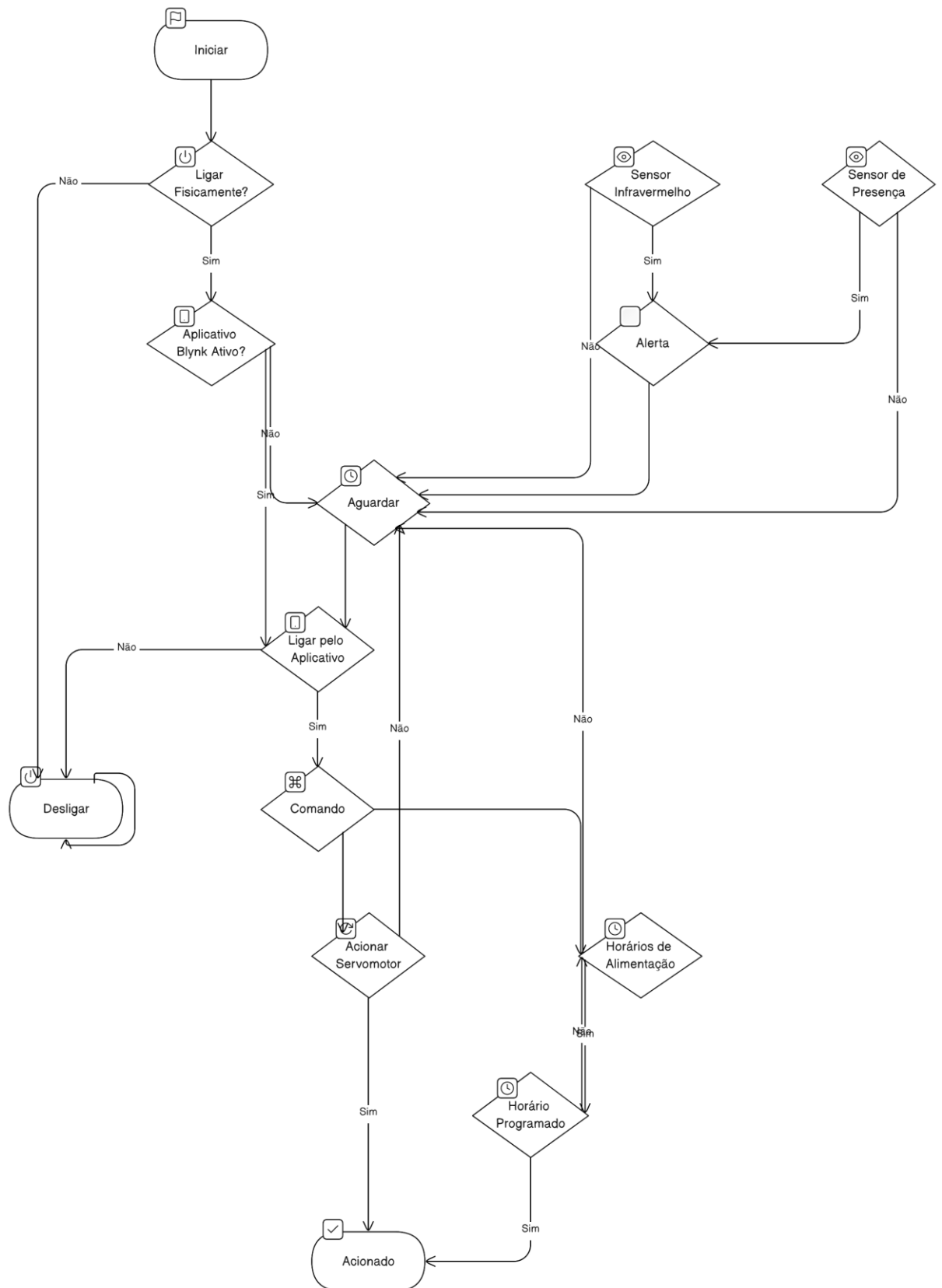
A automação baseada na Internet das coisas (IoT) tem revolucionado a forma como as coisas funcionam. Como afirma um artigo publicado na revista Forbes intitulado *IoT For Workplace Automation: How Internet Of Things Can Change Offices*: “A automação da IoT é a chave para a transformação digital e o futuro dos negócios. A IoT tornou-se uma ferramenta crítica para a automação, otimização e eficiência em todos os setores, desde a manufatura e logística até agricultura e saúde” (FORBES, 2021). A automação permite o controle e monitoramento remoto dos dispositivos, tornando possível a tomada de decisões em tempo real com base em dados coletados, aumentando a eficiência e a produtividade em vários setores. (MUSSO).

A implementação da automação e controle em projetos tem como fundamento a utilização das técnicas de programação e projetos eletrônicos, os quais foram aplicadas no desenvolvimento deste protótipo. O objetivo da automação do protótipo é simplificar a tarefa de manter um *pet* alimentado mesmo quando o dono está ausente. Além de permitir o controle remoto do protótipo, a automação proporciona ao dono a tranquilidade de que seu *pet* será alimentado mesmo se houver falta de energia elétrica em sua residência, já que o protótipo possui uma bateria interna.

3.3.1 Fluxograma

Para uma compreensão do funcionamento do protótipo, desenvolveu-se um fluxograma, representado na Figura 36, que detalha suas operações. Este recurso visa oferecer uma explicação precisa e estruturada do Alimentador Inteligente, facilitando a compreensão de suas funcionalidades e do processo decisório no âmbito deste projeto.

Figura 36 – Fluxograma



Fonte: Próprio autor.

O fluxograma do Alimentador Inteligente é uma representação visual das operações e tomadas de decisão do sistema. Ele começa com a verificação inicial se o dispositivo deve ser ligado fisicamente por meio de um botão físico ou se o aplicativo Blynk está ativo no dispositivo móvel do usuário. Se o botão físico for acionado ou o aplicativo estiver ativo, o sistema verifica se o usuário deseja ligar ou desligar o dispositivo remotamente usando o aplicativo Blynk.

Se o usuário escolher ligar remotamente, ele pode acionar o servomotor para liberar comida no comedouro e configurar até quatro horários para alimentação automática. O sistema aguarda até o horário programado e, quando o horário chega, o alimentador é ativado.

Além disso, o sistema verifica se o sensor infravermelho detecta níveis baixos de comida no reservatório e se o sensor de presença detecta movimentos frequentes de um animal de estimação na frente do alimentador. Em ambos os casos, se os sensores identificarem algo, o sistema envia um alerta relevante, seja para indicar que há pouca comida no reservatório ou que o pet está com fome.

Caso o usuário escolha desligar o dispositivo em qualquer ponto do processo, o sistema vai para a opção "Desligar", encerrando suas operações.

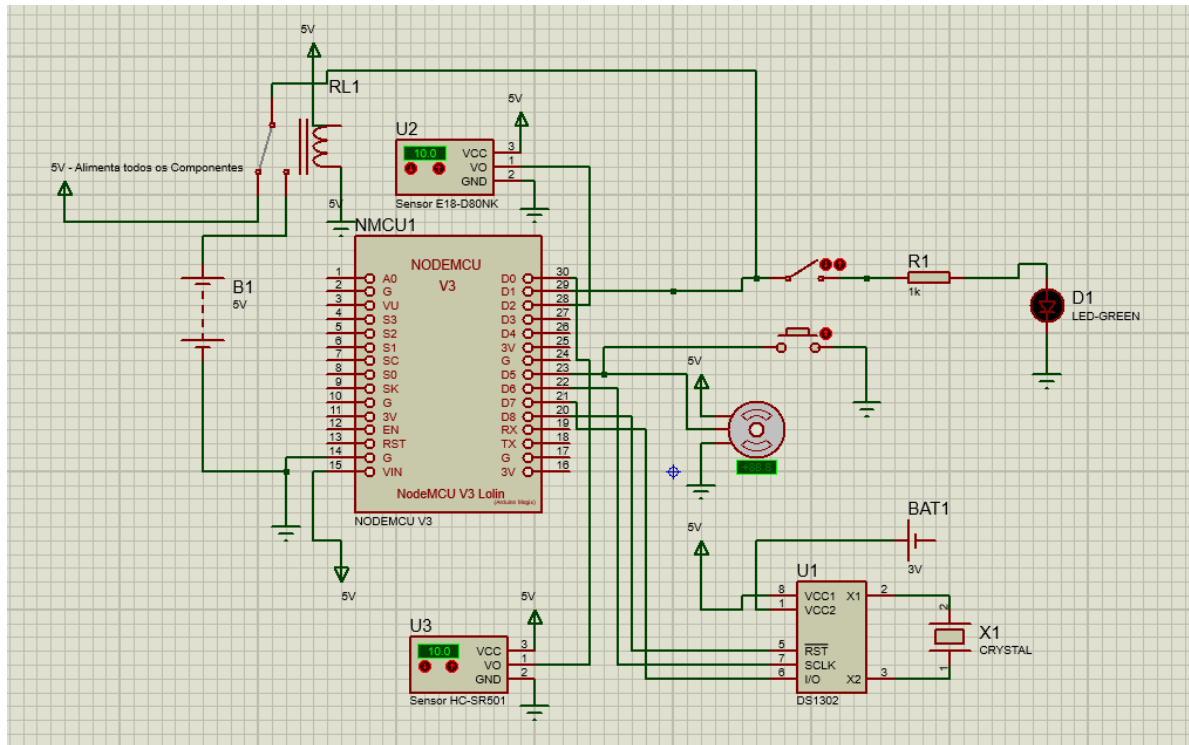
Esse fluxograma simplificado ilustra as principais funcionalidades do Alimentador Inteligente, guiando o sistema por uma série de decisões com base nas ações do usuário e nas informações coletadas pelos sensores, proporcionando um controle eficiente da alimentação dos animais de estimação.

3.3.2 Projeto eletrônico

Neste contexto a aplicação de técnicas de programação e eletrônica na implementação de automação e controle em projetos, concentrando-se especialmente no desenvolvimento de um protótipo. Através dessa abordagem, um exemplo prático é a criação de um alimentador automático para animais de estimação usando o microcontrolador ESP8266 e um sistema de controle remoto. Nesse contexto, as habilidades de programação seriam empregadas para programar o dispositivo e viabilizar a comunicação remota, enquanto a vertente eletrônica se concentraria na construção do circuito e na integração de componentes como motores, sensores e

baterias. Para a materialização do projeto eletrônico, o software *Proteus* foi adotado, como ilustrado na Figura 37.

Figura 37 – Projeto eletrônico pelo *Proteus*.



Fonte: Próprio autor.

A fase inicial da montagem dos componentes foi conduzida de maneira progressiva. Inicialmente, o ESP8266 foi conectado à fonte de alimentação de 5V e ao terminal GND. Em seguida, um relé foi incorporado para possibilitar o sistema de ligação e desligamento do protótipo. Posteriormente, procedeu-se a conexão do servomotor MG995 à porta D5 do ESP8266, juntamente com a sua alimentação de 5V no terminal Vcc, logo após o acionamento do relé, e a conexão no terminal GND, além de um botão também na porta D5, de modo que o servomotor seja ativado tanto pelo aplicativo Blynk quanto manualmente pelo botão.

Em seguida, foi realizado a conexão do RTC DS1302, que é responsável por manter a hora atual do sistema. Para tal, foi alimentado o pino Vcc do componente com uma fonte de 5V, enquanto o terminal GND foi conectado ao terra. Por fim, os pinos CLK, DAT e RST do RTC foram ligados às portas D6, D7 e D8 do ESP8266, respectivamente.

Na porta D2 foi realizado a conexão do sensor E18-D80NK com o intuito de verificar se o reservatório de comida do comedouro está vazio ou não. Além disso, foi realizada a conexão do sensor HC-SR501 na porta D0, que será responsável por detectar os movimentos dos pets em frente ao comedouro, possibilitando a identificação se o animal está com fome naquele momento ou não.

3.3.3 Interligação entre os dispositivos eletrônicos

Para a realização deste projeto, era necessário um microcontrolador que dispusesse de um número suficiente de entradas e saídas digitais, em virtude da quantidade de sinais requeridos para sua operação. Adicionalmente, era indispensável que esse microcontrolador fosse capaz de acessar redes *wi-fi*, permitindo assim a conexão entre o protótipo e o aplicativo móvel. Nesse contexto, optou-se pelo ESP8266, uma vez que além de atender a esses critérios, dispões de um amplo acervo de informações disponíveis online, facilitando sua manipulação e programação.

Para monitorar o nível de alimento do comedouro, viabilizando alertas e reabastecimento oportuno, a utilização do sensor infravermelho E-18 foi apropriada. Além de sua viabilidade econômica, este sensor se destaca pela capacidade precisa de detecção do conteúdo do comedouro.

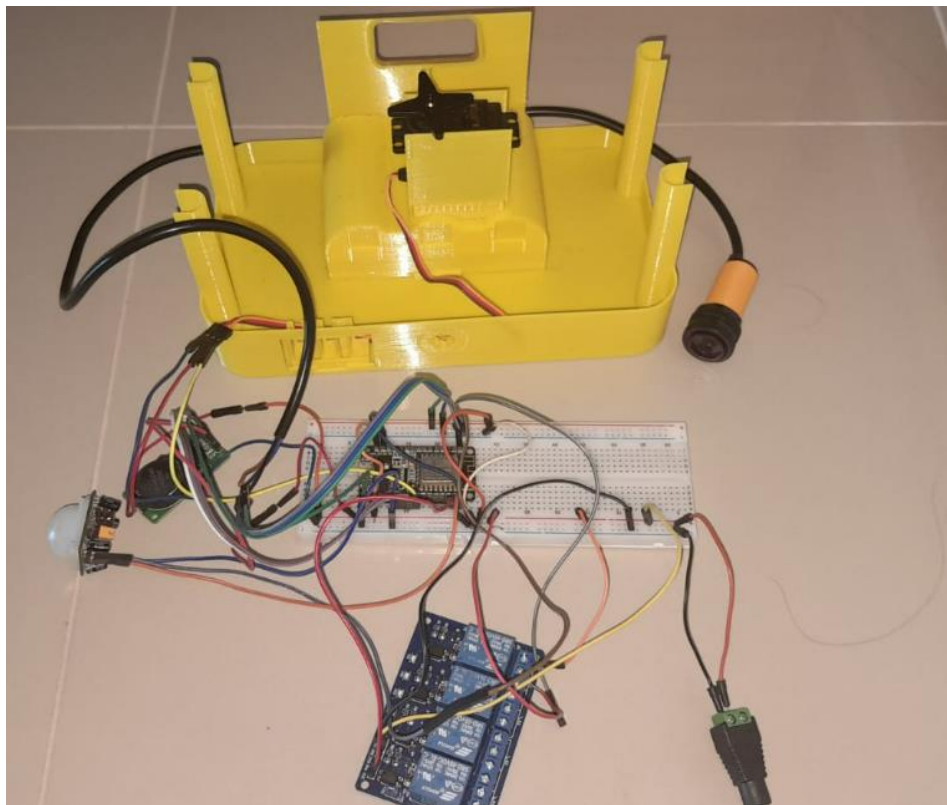
No que tange à atualização dos horários pelo aplicativo, a incorporação do RTC DS1302 se mostrou fundamental. Este dispositivo, de operação simplificada e custo-benefício favorável, possibilita a contagem precisa do tempo, viabilizando a programação horária do comedouro. A atualização do RTC DS1302 é realizada de forma remota, diretamente por meio do aplicativo, permitindo que os horários de alimentação sejam ajustados de acordo com as preferências do usuário.

A inclusão do sensor HC-SR501 contribuiu para uma funcionalidade adicional, possibilitando a identificação dos *pets* em frente ao comedouro. Isso permite estimar se o *pet* pode estar com fome naquele momento, agregando um elemento adicional de eficácia à operação do dispositivo. A capacidade desse sensor de detectar movimentos em até 7 metros com ângulo de detecção de até 120° contribuiu para uma percepção mais abrangente.

Adicionalmente, foram incorporados um botão de liga/desliga para o dispositivo e foram implementadas duas alternativas para a fonte de alimentação: Uma conectada diretamente à rede elétrica e outra baseada na utilização de duas pilhas tipo D.

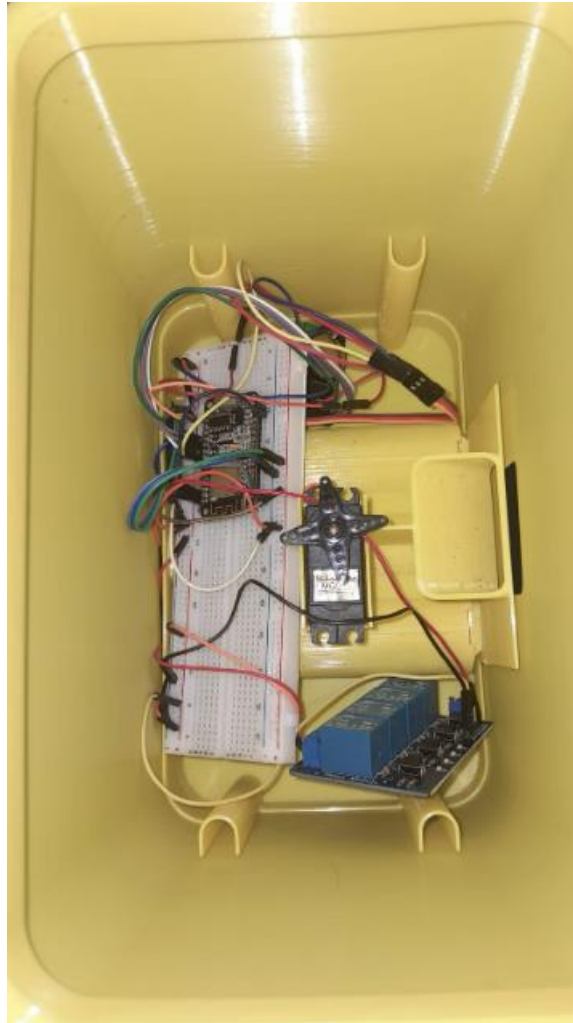
As Figuras 38 e 39 apresentam o sistema eletrônico do protótipo de duas perspectivas distintas. A primeira imagem destaca o sistema externo, exibindo todos os sensores e componentes visíveis. A segunda figura oferece uma visão interna do comedouro, revelando a disposição interna dos elementos eletrônicos.

Figura 38 – Sistema eletrônico externo.



Fonte: Próprio autor.

Figura 39 – Visão interna do sistema eletrônico.



Fonte: Próprio autor.

3.3.4 ESP8266

O ESP8266 é um microcontrolador que integra conectividade Wi-Fi e recursos de baixo consumo de energia em um único chip, proporcionando uma solução compacta e eficiente para dispositivos conectados. Ele possui um processador de 32 bits com baixo consumo de energia e é capaz de conectar-se a uma rede Wi-Fi para troca de informações com outros dispositivos, como smartphones ou servidores web. Além disso, o ESP8266 tem um bom suporte de comunidade e uma vasta quantidade de bibliotecas e exemplos disponíveis, o que torna mais fácil o desenvolvimento de projetos IoT.

3.3.5 Protocolo de Comunicação

No âmbito deste projeto de desenvolvimento do Alimentador Inteligente, destaca-se a sua função como um publicador MQTT. Através do microcontrolador ESP8266 NodeMCU, o Comedouro Inteligente tem a capacidade de disseminar informações relacionadas à alimentação dos animais, como horários programados e status do nível de comida. Isso permite que outros dispositivos, como aplicativos móveis de monitoramento, como o Blynk, acessem e controlem remotamente a alimentação dos animais, integrando-se ao ecossistema da Internet das Coisas (IoT).

O Blynk desempenha um papel crucial como intermediário nesse processo de comunicação, agindo de maneira análoga a um broker MQTT. Funciona como uma plataforma que simplifica e possibilita a interação harmoniosa entre o ESP8266, responsável pelo controle do Alimentador Inteligente, e o aplicativo móvel. Essa função torna o Blynk um componente essencial para garantir a eficiência e a integração bem-sucedida do sistema MQTT no projeto.

3.3.6 Fonte de alimentação para o protótipo

O protótipo utiliza duas fontes de alimentação, uma ligação diretamente na tomada junto com um adaptador, conforme ilustrado na Figura 40, de 5V, 2A, que vai diretamente na ligação do sistema e um conjunto de 4 pilhas tipo D, que juntas fornecem 6V, para que caso haja falha no fornecimento de energia da rede pública o protótipo continue funcionando normalmente.

Figura 40 – Adaptador do comedouro.



Fonte: Próprio autor.

3.4 Configuração da plataforma *Blynk* e Dispositivo no projeto

Para utilizar a plataforma *Blynk*, o primeiro passo foi criar uma conta no site oficial do *Blynk* em <https://blynk.io/>. Nesse site, encontrou-se opções para criar uma conta, onde deveria fornecer um endereço de e-mail válido e criar uma senha segura.

Após preencher o formulário de registro, recebeu-se um e-mail de verificação na conta de e-mail que foi fornecido. Depois da verificação da conta, pode-se fazer login no site do *Blynk* utilizando o endereço de e-mail e senha recém-criados. Quando conectado, se entra no painel principal do *Blynk* para fazer a configuração do projeto.

Clicou-se em "*Create New Project*" (Criar Novo Projeto) para iniciar a configuração do projeto. Deu-se um nome ao projeto, "Alimentador Inteligente". Selecionou-se o hardware que será utilizado, no caso, o "ESP8266" ou "NodeMCU".

Após criar o projeto, recebeu-se um *Token* de Autenticação, conforme mostrado na Figura 41. Esse *token* é uma chave necessária para que o dispositivo ESP8266 se conecte ao servidor *Blynk*.

A próxima etapa envolveu a configuração do dispositivo ESP8266 com o *Token* de Autenticação do *Blynk*. Isso foi feito através do uso de código e bibliotecas específicas para o ESP8266.

Depois de configurar o dispositivo, voltou-se ao site do *Blynk*, para a seção "Devices" (Dispositivos). De modo a encontrar o dispositivo configurado, conforme mostrado na Figura 42. Clicou-se nele para configurar a interface do aplicativo *Blynk*. Nisso se criaram *datastreams*, conforme mostrado na Figura 43 e Figura 44, que são canais de dados organizados que permitem coletar, transmitir e armazenar informações específicas de sensores e dispositivos IoT em um formato estruturado. Em seguida foram criados comandos no aplicativo e feitos testes.

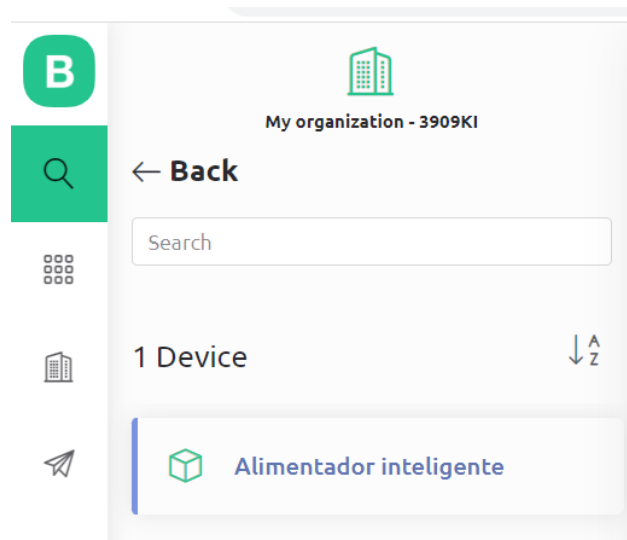
Figura 41 – O ID do modelo, o nome do dispositivo e o Token de autenticação.

FIRMWARE CONFIGURATION

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLCJ0MTCR_"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Alimentador inteligente para
pets"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "kpZxBQCnFN68F4LEv09GzKM0oc8RwyFj"
```

Fonte: Próprio autor.

Figura 42 – Device criado no site do Blynk.



Fonte: Próprio autor.

Figura 43 – Datascreens criados.



Alimentador inteligente

Offline

...

 Carlos

 My organization - 3909KI

 Add Tag

Dashboard

New Tab

Timeline

Device Info

Metadata

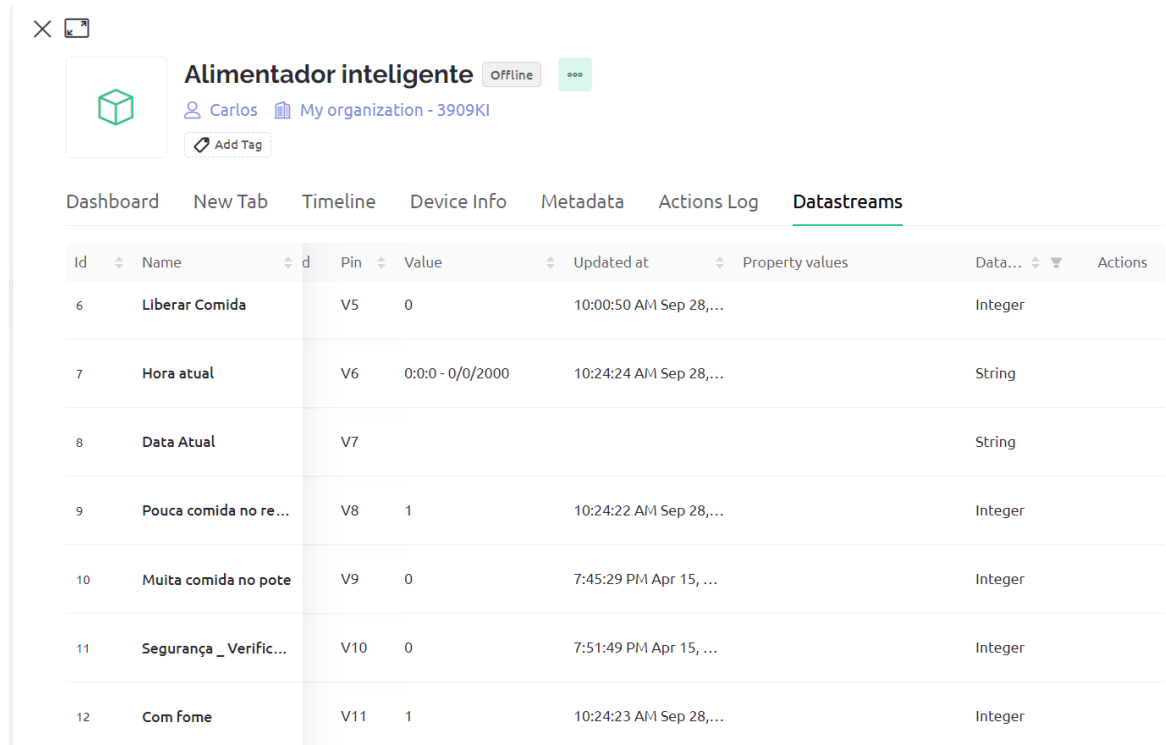
Actions Log

Datascreens

Id	Name	Pin	Value	Updated at	Property values	Data...
2	Horário 1	V1	21600-1America/Sa...	2:52:18 PM Jun 19, ...		String
3	Horário 2	V2	43200America/Sao_...	7:30:41 PM Apr 15, ...		String
4	Horário 3	V3	55800America/Sao_...	7:30:55 PM Apr 15, ...		String
5	Horário 4	V4	68400America/Sao_...	7:31:04 PM Apr 15, ...		String
1	Ligar	V0	1	7:07:11 AM Sep 28, ...		Integer
6	Liberar Comida	V5	0	10:00:50 AM Sep 28,...		Integer
7	Hora atual	V6	0:0:0 - 0/0/2000	10:24:24 AM Sep 28,...		String

Fonte: Próprio autor.

Figura 44 – Datascreams criados.



Alimentador inteligente Offline

Carlos My organization - 3909KI

Add Tag

Dashboard New Tab Timeline Device Info Metadata Actions Log **Datastreams**

Id	Name	Pin	Value	Updated at	Property values	Data...	Actions
6	Liberar Comida	V5	0	10:00:50 AM Sep 28,...		Integer	
7	Hora atual	V6	0:0:0 - 0/0/2000	10:24:24 AM Sep 28,...		String	
8	Data Atual	V7				String	
9	Pouca comida no re...	V8	1	10:24:22 AM Sep 28,...		Integer	
10	Muita comida no pote	V9	0	7:45:29 PM Apr 15, ...		Integer	
11	Segurança _ Verific...	V10	0	7:51:49 PM Apr 15, ...		Integer	
12	Com fome	V11	1	10:24:23 AM Sep 28,...		Integer	

Fonte: Próprio autor.

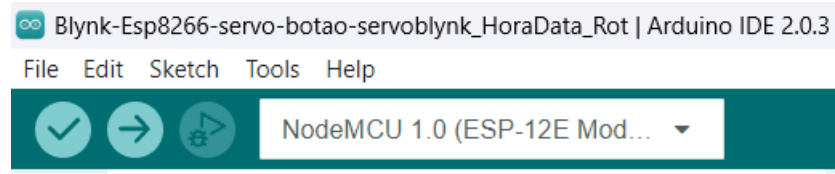
3.5 Programação do software

O código programado em C++ para o microcontrolador ESP8266 NodeMCU, que é a parte embarcada no Alimentador Inteligente, está apresentado na interface de desenvolvimento (IDE) do Arduino. A IDE do Arduino é o ambiente onde o código-fonte foi escrito e é onde as configurações essenciais foram realizadas para a integração do NodeMCU, como ilustrado nas Figuras 45 e 46.

Este código implementa a lógica de controle do alimentador inteligente, incluindo a comunicação com o aplicativo Blynk por meio da biblioteca BlynkSimpleEsp8266.h. Ele também coordena a interação dos diversos componentes eletrônicos, como o servomotor, sensores e RTC, para garantir o funcionamento adequado do sistema.

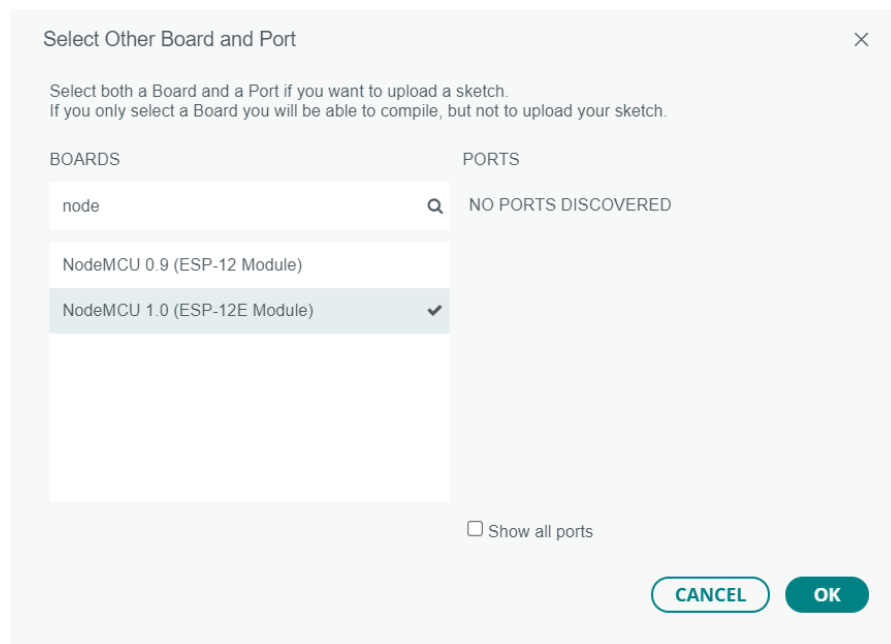
Dessa forma, o código-fonte do ESP8266, fundamental para o funcionamento do projeto, encontra-se na IDE do Arduino, onde pode ser editado, compilado e carregado no microcontrolador.

Figura 45 – Escolhendo a placa NodeMCU na IDE.



Fonte: Próprio autor.

Figura 46 – Selecionando a placa NodeMCU na IDE.



Fonte: Próprio autor.

Foi necessário realizar a instalação da biblioteca *Blynk* na IDE do Arduino para estabelecer comunicação entre o aplicativo e a placa do ESP8266, conforme a Figura 47 e incluir a biblioteca do *Blynk* com o ESP8266 no código, conforme demonstrado na Figura 48.

Figura 47 – Instalando a biblioteca do *Blynk* na IDE.



Fonte: Próprio autor.

Figura 48 – Incluindo a biblioteca do *Blynk* com o ESP8266 no código.

```
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include "Servo.h"
#include <virtuabotixRTC.h>
```

Fonte: Próprio autor.

Para estabelecer a conexão entre o aplicativo do *Blynk* e o ESP8266 é necessário incluir no código fonte diretivas de pré-processador, as quais servem para identificar o modelo específico do aplicativo *Blynk* que está sendo usado e dar um nome descritivo a esse modelo, conforme mostrado na Figura 49.

Figura 49 – Diretivas de pré-processador

```
8 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLCJ0MTCR_"
9 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Alimentador inteligente para pets"
10 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "kpZxBQCnFN68F4LEv09GzKM0oc8RwyFj"
11
```

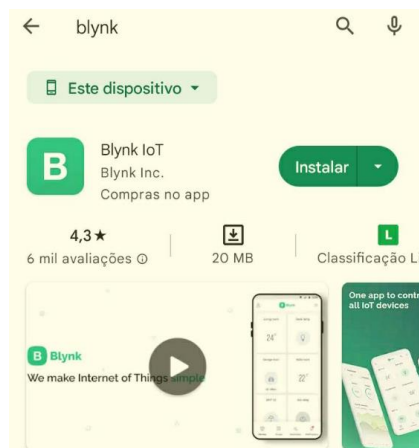
Fonte: Próprio autor.

O código também apresenta funcionalidade e operações do sistema do comedouro, como: Configurações iniciais e autenticação *Blynk*, ambos já citados. Controle do servomotor pelo aplicativo *Blynk*, horário atual e agendamento, detecção de pouca comida no comedouro, atualização do horário do RTC pelo *Blynk*, notificação de ausência de objeto detectado, essa função serve para monitorar se há comida disponível no comedouro ou não.

3.6 Aplicativo

O *Blynk* permite criar facilmente aplicativos personalizados para dispositivos móveis que se integram com diferentes placas de desenvolvimento, como a NodeMCU, e permite a interação remota com dispositivos conectados à internet. Além disso, o *Blynk* possui o seu próprio servidor, com isso o usuário não precisa estar na mesma rede *wi-fi* para se conectar a ele. Além disso, o servidor armazena todas as informações de controle mesmo que o usuário delete o aplicativo. O aplicativo pode ser baixado pelo *play store*, conforme mostrado na Figura 50.

Figura 50 – *Blynk* no *play store*.



Fonte: Próprio autor.

Ao baixar o aplicativo *Blynk*, ao usuário, será fornecido com um código QR exclusivo que lhe permitirá acessar as funcionalidades do aplicativo. O layout e a programação do protótipo dentro do aplicativo são armazenados no servidor do Blynk, permitindo ao usuário acesso completo às funcionalidades do protótipo. A Figura 51 mostra como fica a tela no aplicativo *Blynk*.

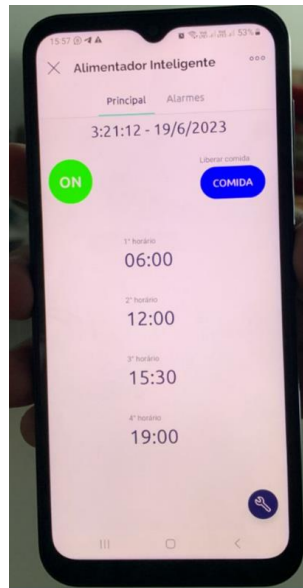
Figura 51 – Acesso ao alimentador inteligente pelo *Blynk*.



Fonte: Próprio autor.

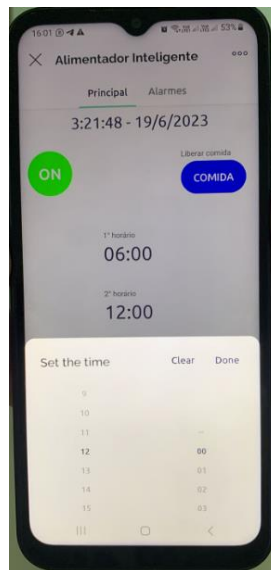
Na interface gráfica da tela inicial do aplicativo conforme mostrado na Figura 52, é apresentado um conjunto de botões, incluindo um botão para ligar e desligar o dispositivo e outro botão para liberar a comida. Acima desses botões, o usuário pode visualizar a hora e a data atual. Logo abaixo, são exibidos os horários das refeições programadas, nos quais o servomotor será acionado para despejar a comida no comedouro. O usuário tem a possibilidade de modificar os horários das refeições, ao tocar no ícone correspondente acima da lista de horários e acessar a tela subsequente, conforme mostrado na Figura 53.

Figura 52 – Layout inicial.



Fonte: Próprio autor.

Figura 53 – Modificar o horário da rotina pelo Blynk.

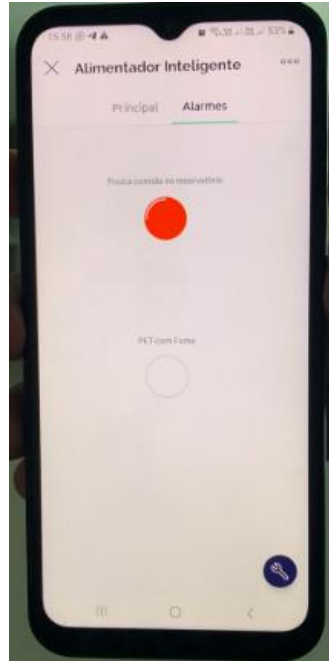


Fonte: Próprio autor.

Na próxima tela apresentada, estão disponíveis dois alarmes distintos, conforme mostrado na Figura 54. O primeiro alarme indica quando o reservatório de comida estiver com baixa quantidade de ração, enquanto o segundo alarme é acionado quando o sensor de movimento detectar que o pet está com fome. Essa detecção é feita a partir do comportamento do animal, que tende a circular mais na área do comedouro quando está com fome. Assim, o aplicativo é informado quando o pet se

aproxima do comedouro várias vezes em um curto período, indicando a sua necessidade de alimentação.

Figura 54 – Aba dos alarmes no aplicativo *Blynk*.



Fonte: Próprio autor.

3.7 Layout e configuração final do software

Antes de colocar o protótipo em funcionamento, é importante compreender como ele opera e como interage com o ambiente externo. O primeiro passo é abastecer o reservatório de ração, mostrado na Figura 55, abrindo a tampa superior e adicionando alimento até o nível máximo indicado conforme mostrado na Figura 56.

Figura 55 – Comedouro.



Fonte: Próprio autor.

Figura 56 – Reservatório da ração abastecido.



Fonte: Próprio autor.

Completada essa etapa, você pode proceder “a conexão do alimentador à tomada. No *template* do *Blynk*, existem duas opções para efetuar essa conexão. A primeira opção é se você já está conectado à rede *wi-fi* previamente programada no *ESP8266*. A segunda opção envolve o uso do *AutoConnectAP* (Ponto de acesso *AutoConnect*), que permite uma configuração simplificada.

O *AutoConnectAP* é uma funcionalidade que cria um ponto de acesso temporário, permitindo que você se conecte diretamente ao dispositivo mesmo quando não está na mesma rede *wi-fi*. Isso é especialmente útil durante a configuração inicial ou se você não tem acesso à rede *wi-fi* pré-programada.

Uma vez conectado ao dispositivo, você pode acessar as funcionalidades do alimentador através do aplicativo *Blynk*.

3.8 Testes

No decorrer do desenvolvimento do Alimentador Inteligente, uma série de testes foram conduzidos com o intuito de avaliar sua funcionalidade, desempenho e confiabilidade.

Um dos principais testes realizados foi o de acionamento do servomotor. Este teste foi realizado para confirmar se o servomotor podia liberar a comida de maneira eficaz, sem enfrentar obstruções ou problemas mecânicos que pudessem prejudicar a distribuição dos alimentos.

Além disso, verificou-se a capacidade do dispositivo de se conectar de maneira confiável ao aplicativo *Blynk*. Isso assegura que os usuários possam controlar remotamente o alimentador de forma consistente.

A programação dos horários de alimentação também foi testada. Verificou-se se o dispositivo era capaz de ativar automaticamente nos horários programados pelos usuários, assegurando que o processo de alimentação ocorresse pontualmente.

Outro teste fundamental foi relacionado ao sensor infravermelho que detecta o nível de comida no reservatório. Este teste visava garantir a precisão na detecção do nível de comida, assegurando que os alertas fossem acionados quando necessário.

O sensor de presença, que detecta a proximidade de um animal de estimação, também foi avaliado quanto à sua eficácia. O dispositivo foi testado na presença de

animais para verificar a capacidade do sensor de detectar a proximidade de um animal de estimação.

Além dos testes técnicos, o dispositivo foi testado em condições reais, com a presença de animais de estimação, conforme mostrado na Figura 57 e 58. Isso permitiu avaliar sua aceitação pelos animais e sua eficácia na oferta de uma alimentação adequada.

Figura 57 – Gato de estimação utilizando o comedouro.



Fonte: Próprio autor.

Figura 58 – Cachorro de estimação utilizando o comedouro.



Fonte: Próprio autor.

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE CONTINUIDADE

Em um cenário onde os animais de estimação desempenham um papel cada vez mais significativo nas famílias modernas, a criação de soluções simples e práticas que aprimorem o cuidado e o bem-estar desses companheiros leais torna-se um imperativo. O presente trabalho se propôs a explorar essa ideia ao conceber um projeto simples e acessível: O alimentador inteligente para *pets*.

A construção desse alimentador buscou atender às necessidades básicas dos *pets* enquanto simplifica a rotina dos tutores. Através da integração do microcontrolador ESP8266, sensores de detecção de comida e um servomotor preciso, o alimentador inteligente foi projetado para proporcionar uma experiência de alimentação otimizada. O aplicativo *Blynk* permitiu o controle remoto e programação precisa, enquanto o sensor infravermelho assegura que os *pets* não fiquem sem a alimentação deles. O horário atual e as funcionalidades de agendamento proporcionam aos tutores a flexibilidade para ajustar as refeições de acordo com a rotina.

No que diz respeito à sua funcionalidade prática, o alimentador demonstrou um desempenho satisfatório, respondendo aos comandos solicitados. Principalmente no despejo da comida. Foi realizado um teste com um gato de estimação, foi bem-sucedido, e se realizou um teste com um cachorro de grande porte. No entanto, notou-se que o tamanho do cachorro causou um leve inconveniente, pois ele movia o comedouro, sugerindo que o protótipo desenvolvido é mais adequado para animais de estimação de menor porte.

No futuro, para aprimorar o desempenho do protótipo do alimentador pet inteligente, é possível introduzir outras funcionalidades e componentes que possam melhorar ainda mais a qualidade do dispositivo. Por exemplo, pode-se incorporar uma câmera para monitorar o animal, um gravador de voz para que o proprietário possa gravar uma mensagem que ajude a incentivar o animal a se alimentar, alto-falantes para possibilitar a comunicação entre o tutor e o pet, a integração com dispositivos de assistência virtual, como o Amazon Alexa, e alertas sobre o estado de saúde do animal, a quantidade de alimento consumida, entre outras funcionalidades.

REFERÊNCIAS

Unsupported source type (ElectronicSource) for source EspaçoReservado1.

Unsupported source type (ElectronicSource) for source MG995datasheet.

AFP. Alimentação ruim e obesidade: as duas faces da má nutrição, 16 dez. 2019.

ALFACOMP. mqtt-conheca-o-protocolo-padrao-do-iot. **alfacomp.net**, 2022. Disponível em: <<https://alfacomp.net/2022/03/24/mqtt-conheca-o-protocolo-padrao-do-iot/>>. Acesso em: 17 mar. 2023.

ALIEXPRESS. aliexpress.com/item. **Aliexpress**. Disponível em: <https://pt.aliexpress.com/item/1005002483520129.html?pdp_npi=2%40dis%21BRL%21R%24%2023.15%21R%24%2016.19%21%21%21%21%21%21%402103250716817562491464572eb853%2112000020815997714%21btf&_t=pvid%3Ae196b743-76b2-4871-b3a3-6b5eed73d8c0&afTraceInfo=1005002483520129_>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

AMAZON. ajustável-infravermelho-E18-D80NK-deteção-obstáculos. **Amazon**, 2023. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/ajust%C3%A1vel-infravermelho-E18-D80NK-detec%C3%A7%C3%A3o-obst%C3%A1culos/dp/B0BXJSMLY3/ref=sr_1_1?__mk_pt_BR=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=1P0KKUUO4TNNR&keywords=Sensor+infravermelho+E18-D80NK.&qid=1681761411&srefix=sens>>. Acesso em: 2023 abr. 05.

AMAZON. ARDUINO-MEGA-2560-REV3-A000067. **Amazon**, 2023. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/ARDUINO-MEGA-2560-REV3-A000067/dp/B0046AMGW0>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

AMAZON. ESP8266-CH340G-NodeMcu-desenvolvimento-Internet. **ESP8266 CH340G NodeMcu Lua WIFI Placa de desenvolvimento de Internet sem fio Open Source Serial Module para IOT**. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/ESP8266-CH340G-NodeMcu-desenvolvimento-Internet/dp/B08H26NY16/ref=sr_1_6?__mk_pt_BR=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=3VYPTG1QOEZG9&keywords=esp8266+nodemcu&qid=1681756097&srefix=esp8266+node+mc%2Caps%2C504&sr=8-6>. Acesso em: 16 abr. 2023.

BETCHEL, Dr. K. The evolution of pet ownership, Leemore, 30 jan. 2023.

BLYNK. Intro - How Blynk works.

BUSCAPÉ, Redação. Fonte de alimentação do PC. **Fonte de alimentação para o PC: O que é para que serve**, 2021. Disponível em: <<https://www.buscapede.com.br/fonte-de-alimentacao/conteudo/fonte-de-alimentacao-do-pc>>. Acesso em: 27 fev. 2023.

DICIONÁRIO Eletrônico e de Telecomunicações. **Anatel - Agência Nacional de Telecomunicações do Brasil**.

ELETRONICACASTRO. 16325-modulo-sensor-de-movimento-pir-hcsr501-arduino-0000000163255. **www.eletronicacastro.com.br**. Disponível em: <<https://www.eletronicacastro.com.br/componentes-eletronicos/16325-modulo-sensor-de-movimento-pir-hcsr501-arduino-0000000163255.html>>. Acesso em: 2023 mar. 25.

EXAME. Brasil, Mercado pet: setor bilionário inspira pequenos negócios no Brasil, 24 jan. 2022.

FERRONI, Eduardo H. et al. **A PLATAFORMA ARDUÍNO E SUAS APLICAÇÕES**. UNIS-MG. Vila Pinto, Varginha - MG, p. 16.

FIRMINO, Marcos D. S.; FIRMINO, Willian D. R. Thymos Pet. **Dosador alimentador automático para animais domésticos**, Tubarão, SC, 2020. 97.

FONSECA, Fabricio R. Sensores, Fevereiro 2006. 14.

FORBES, Lara -. IoT For Workplace Automation: How Internet Of Things Can Change Offices, 22 jun. 2021.

HILLAR, Gastón C. **MQQT Programming with Python**.

INSTITUTO, IPB. Censo Pet IPB: com alta recorde de 6% em um ano, gatos lideram crescimento de animais de estimação no Brasil, 18 jul. 2022.

JONES, MARLIN P. 31150-MP - MG995 High Speed Servo Actuator (datasheet).

LIVRE, Mercado. MLB-1525339579-2-pilha-grande-d-panasonic-radio-brinquedos. **Mercado livre**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1525339579-2-pilha-grande-d-panasonic-radio-brinquedos-_JM?matt_tool=42251103&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14302215726&matt_ad_group_id=125382900385&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&ma>. Acesso em: 18 mar. 2023.

LIVRE, Mercado. produto.mercadolivre.com.br. **Mercado Livre**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2765251441-modulo-rtc-ds1302-real-time-clock-arduino-pic-_JM?matt_tool=40343894&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14303413655&matt_ad_group_id=133855953276&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&>. Acesso em: 16 abr. 2023.

MANTECH, 2023.

MARGOLIS, Michael. Arduino Cookbook - Recipes to Begin, Expand and Enhance Your Projects. **O'Reilly**, Sebastopol, 2011.

MATTEDE, Henrique. O que são sensores e quais as suas aplicações? Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-sao-sensores-e-quais-as-suas-aplicacoes/#:~:text=Sensor%3A%20O%20que%20%C3%A9%3F,%2C%20movimento%2C%20luz%20e%20outros.>>. Acesso em: 25 Fevereiro 2023.

MUSSO, Marianna. Manutenção da indústria 4.0 e o software de gestão. **A manutenção na indústria 4.0: o papel do software de gestão**. Disponível em: <<https://traction.com/blog/manutencao-na-industria-4-0-e-o-software-de-gestao>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

OLIVEIRA, Rafaella N. et al. Animais de estimação e sua influência na saúde mental do ser humano. **Revista científica do Tocantins**, 13 jun. 2023. 8.

OLIVEIRA, Sergio D. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi**.

PAVEL BUKHTIYAROV, Dmitriy D. A. D. P. Blynk: A platform for creating Mobile applications for the internet of things, 25 maio 2018.

R3, Arduino® U. Product Reference Manual - SKU: A000066, 07 abr. 2023.

SERRANO, Tiago M. introducao-ao-blynk-app. **embarcados.com.br**, 2018. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/introducao-ao-blynk-app/>>. Acesso em: 2023 mar. 29.

STARTERS, IoT. iot-project-using-local-blynk-server. **iotstarters.com**, 2020. Disponível em: <<https://iotstarters.com/iot-project-using-local-blynk-server/>>. Acesso em: 30 mar. 2023.

TANNUS, Alexandre M. Arduino: Servomotores, Anápolis - Góias, 2018. 6.

TEAM, Espressif I. ESP8266 Technical Reference, 2017.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro U. **Sensores industriais: Fundamentos e aplicações**. 9ª. ed.

UFCG, IEEE R. O Que É Um Microcontrolador?, 23 jul. 2020.

ULITIN, Alexander. Ultimate 3d Printed Pet Feeder, 11 maio 2019.

UNES-DEE. Servo Motor, 13 mar. 2013. 9.

VIANA, Carol C. criando-um-aplicativo-com-o-blynk-para-controlar-um-led-na-internet-das-coisas. **www.blogdarobotica.com**, 2020. Disponível em: <<https://www.blogdarobotica.com/2020/06/18/criando-um-aplicativo-com-o-blynk-para-controlar-um-led-na-internet-das-coisas/>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

WENDLING, Marcelo. Sensores, Guaratinguetá - SP, 2010. 19.