

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DA ZONA LESTE
Mtec Desenvolvimento de Sistemas AMS

Jovana Oliveira da Silva

Karinne Angelo dos Santos Ventura

Letícia Guanaes Moreira

Maria Eduarda Monteiro Viana

**SaveTots: Sistema IoT para monitoramento de crianças e animais
em veículos.**

São Paulo

2025

Jovana Oliveira da Silva

Karinne Angelo dos Santos Ventura

Letícia Guanaes Moreira

Maria Eduarda Monteiro Viana

**SaveTots: Sistema IoT para monitoramento de crianças e animais
em veículos.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao MTEC Desenvolvimento
de Sistemas AMS da Etec da Zona Leste,
orientado pelo Prof. Esp. Jeferson Roberto
de Lima, como requisito parcial para
obtenção do título de técnico em
Desenvolvimento de Sistemas.

São Paulo

2025

SAVETOTS

Sistema IoT para monitoramento de crianças e animais em veículos.

Jovana Oliveira da Silva

Karinne Angelo dos Santos Ventura

Letícia Guanaes Moreira

Maria Eduarda Monteiro Viana

Aprovada em ___/___/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Jeferson Roberto de Lima

Universidade do Jeferson

Prof. (Professor avaliador)

Universidade do Avaliador

Prof. (Professor avaliador)

Universidade do Avaliador

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

EPÍGRAFE

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Exemplo de Código C++	16
Figura 02 - Especificação dos Pinos do ESP32	17
Figura 03 - SX1278: Módulo de Comunicação LoRa para Aplicações IoT	18
Figura 04 - Estrutura de Comunicação do Protocolo LoRaWAN	19
Figura 05 - Exibição da célula de carga e do módulo HX711.....	20
Figura 06 - Sensor MPU6050: acelerômetro e giroscópio integrados	20
Figura 07 - Buzzer Passivo e Ativo	21
Figura 08 - Transistor de Controle	22
Figura 09 - Módulo TPS63020.....	22
Figura 10 - Bateria de Li-Ion.....	23
Figura 11 - Demonstração do Módulo Carregador de Bateria TP4056	24
Figura 12 - Demonstração do Indicador de Bateria	24
Figura 13 - Jumpers	25
Figura 14 - Circuito de ativação de uma LED com ESP32 e Jumpers	25
Figura 15 - Representação de Modelagem 3D.....	26
Figura 16 - Exemplo de Diagrama de Casos de Uso	27
Figura 17 - Exemplo de Documentação de Casos de Uso.....	29
Figura 18 - Exemplo de Diagrama de Sequência.....	31
Figura 19 - Exemplo de Diagrama de Máquina de Estados	33
Figura 20 - Exemplo de Diagrama de Atividades	35
Figura 21 - aa	37
Figura 22 - Documentação do Caso de Uso tanana.....	39
Figura 23 - Documentação do Caso de Uso tanan	40
Figura 24 - Documentação do Caso de Uso tanana.....	40
Figura 25 - Documentação do Caso de Uso tanan	40
Figura 26 - Documentação do Caso de Uso tanan	41
Figura 27 - Documentação do Caso de Uso tana	41
Figura 28 - Documentação do Caso de uso tan	42
Figura 29 - Diagrama de Atividade tralala	42
Figura 30 - Diagrama de Atividade tralala	42
Figura 31 - Diagrama de Atividade tralala	43
Figura 32 - Diagrama de Atividade tralala	43
Figura 33 - Diagrama de Atividade tralala	43
Figura 34 - Diagrama de Atividade tralala	44
Figura 35 - Diagrama de Atividade tralala	44
Figura 36 - Diagrama de Sequência lala	45
Figura 37 - Diagrama de Sequência lala	45

Figura 38 - Diagrama de Sequência lala	45
Figura 39 - Diagrama de Sequência lala	46
Figura 40 - Diagrama de Sequência lala	47
Figura 41 - Diagrama de Sequência lala	47
Figura 42 - Diagrama de Sequência lala	48
Figura 43 - Diagrama de Máquina de Estados ruru	48
Figura 44 - Diagrama de Máquina de Estados ruru	49
Figura 45 - Diagrama de Máquina de Estados ruru	49
Figura 46 - Diagrama de Máquina de Estados ruru	49
Figura 47 - Diagrama de Máquina de Estados ruru	50
Figura 48 - Diagrama de Máquina de Estados ruru	50
Figura 49 - Diagrama de Máquina de Estados ruru	51
Figura 50 - Apresentação da Pesquisa de Campo.....	51
Figura 51 - Identificação do Responsável	53
Figura 52 - Questões Veículares.....	54
Figura 53 - Questão Sobre Incidência.....	55
Figura 54 - Questionando a Preocupação.....	55
Figura 55 - Averiguação de Transporte	56
Figura 56 - Ratificando a Inovação e Utilidade	56
Figura 57 - Observando Sensação de Segurança.....	57
Figura 58 - Indagação Futura	58
Figura 59 - Gráfico 1	58
Figura 60 - Gráficos 2 e 3.....	60
Figura 61 - Gráfico 4	61
Figura 62 - Gráfico 5	61
Figura 63 - Gráfico 6	62
Figura 64 - Gráficos 7 e 8.....	63
Figura 65 - Gráficos 9 e 10.....	64
Figura 66 - Gráfico 11.....	65
Figura 67 - Demonstração da Tipografia Escolhida	66
Figura 68 - Demonstração dos Elementos Visuais Selecionados	66
Figura 69 - Demonstração dos Tons das Cores	67
Figura 70 - Demonstração de Monitoramento da Detecção de Peso	69
Figura 71 - Demonstração de Monitoramento da Detecção de Movimento.....	70
Figura 72 - Demonstração do Monitoramento de Proximidade do Responsável.....	72
Figura 73 - Demonstração do Monitoramento dos Três Gatilhos	73
Figura 74 - Demonstração do Envio de Alerta do Módulo Transmissor ao Receptor.	75
Figura 75 - Demonstração do Recebimento de Alerta do Módulo Receptor	76
Figura 76 - Demonstração da Ativação do Alerta	77

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Bluetooth Low Energy (BLE).

Código de Trânsito Brasileiro (CTB)

Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN)

Digital Motion Processing (DMP).

International Business Machines Corporation (IBM).

Internet of Things (IoT).

Long Range (LoRa).

Pulse Width Modulation (PWM).

Received Signal Strength Indicator (RSSI)

State of Charge (SoC)

Unified Modeling Language (UML).

LISTA DE SÍMBOLOS

V (Volt) unidade de tensão elétrica.

$k\Omega$ (Quilohm) mil ohms, unidade de resistência elétrica.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Riscos e Consequências do Esquecimento de Crianças e Animais em Veículos	15
2.2 Internet of Things (IoT).....	16
2.3 Linguagem de Programação Para Embarcados.....	16
2.4 ESP32	17
2.5 LoRa Módulo Transceptor.....	18
2.5.1 LoRaWAN: Protocolo de Comunicação em Redes LoRa.....	19
2.6 Célula de carga	19
2.7 Sensor MPU6050	20
2.8 Buzzer.....	21
2.9 Transistor de Controle	21
2.10 Módulo Regulador de Tensão Buck-Boost	22
2.11 Bateria Li-Ion.....	23
2.12 Módulo Carregador de Bateria TP4056	23
2.13 Indicador de Carga de Bateria Li-Ion	24
2.14 Jumpers	25
2.15 Modelagem 3D	26
2.16 UML.....	26
2.16.1 Diagrama de Casos de Uso	27
2.16.2 Documentação de Casos de Uso	29
2.16.3 Diagrama de Sequência.....	30
2.16.4 Diagrama de Máquina de Estados	32
2.16.5 Diagrama de Atividades	34
3. DESENVOLVIMENTO	37
3.1 Perspectiva e Modelagem	37
3.2 Diagrama de Casos de Uso.....	37

3.3 Documentação de Casos de Uso	37
3.4 Diagrama de Atividade	42
3.5 Diagrama de Sequência	45
3.6 Diagrama de Máquina de Estado.....	48
3.7 Pesquisa de Campo.....	51
3.8 Identidade Visual do Projeto.....	65
3.9 Etapas de Implementação e Validação do SaveTots.....	68
3.9.1 Célula de Carga	68
3.9.2 Sensor MPU6050	70
3.9.3 ESP32 e ESP32 Mini	71
3.9.4 LoRa	74
3.9.5 Buzzer.....	76
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS.....	80

1. INTRODUÇÃO

O SaveTots é um protótipo de dispositivo físico criado com o objetivo de prevenir o esquecimento de crianças e animais em veículos de passeio, por meio da integração de sensores e tecnologias capazes de identificar a presença do ocupante e a ausência do cuidador, emitindo, assim, alertas de segurança.

Embora pareça inacreditável para muitos, segundo os dados apontados pela BBC News Brasil (2022), desde 1988, nos EUA já ocorreram cerca de 906 mortes de crianças devido à insolação veicular. No Brasil não existem órgãos oficiais que contabilizam essas tragédias, no entanto, a pesquisadora Driely Costa fez uma análise e identificou 59 casos entre 2006 e 2018, conforme reportagem publicada pelo portal Metrópoles (2024).

Um episódio recente que chocou a população foi noticiado pelo G1 Goiás (2025): em Nerópolis, uma criança de 2 anos foi esquecida por aproximadamente 4 horas no interior de um veículo sob forte calor pela proprietária de uma creche responsável pelo transporte, o que levou ao aumento crítico da temperatura corporal da vítima, e tragicamente, ao seu falecimento.

O presente projeto tem como objetivo analisar e delinear as causas e consequências relacionadas ao esquecimento de crianças e animais em veículos, bem como propor uma solução tecnológica, inovadora e eficaz, destinada a minimizar tais riscos e prevenir tragédias frequentemente noticiados pela mídia.

Acerca desse critério, os objetivos específicos do projeto incluem a elaboração de um dispositivo capaz de identificar a permanência de crianças ou animais no interior do automóvel, além de reconhecer a presença do responsável tanto durante a condução quanto na proximidade do veículo. A partir disso, planeja-se a emissão de alertas inteligentes enviados ao responsável.

Outro ponto fundamental é a otimização do tempo de resposta, garantindo que os alertas sejam encaminhados em um curto período logo após a detecção de risco. Por fim, busca-se estruturar e modelar o hardware do dispositivo para facilitar sua integração em diferentes modelos de veículos de passeio, tornando-o versátil e adaptável.

A problemática abordada neste estudo refere-se à carência de sistemas eficazes e acessíveis capazes de notificar os responsáveis acerca da presença de seus filhos ou animais no interior dos veículos, especialmente em situações nas quais a atenção dos cuidadores se encontra comprometida em virtude da sobrecarga mental e rotinas aceleradas.

Supõe-se que essa crescente incidência de esquecimentos repentinos decorra, em grande parte, das rotinas cada vez mais agitadas dos responsáveis, das mudanças de cuidadores, bem como da insuficiência de sistemas de alertas nos veículos diários convencionais e das limitações das tecnologias atuais para prevenção, fatores que contribuem para a persistência desse problema e suas inúmeras consequências.

A realização desse projeto fundamenta-se na relevância social da temática, uma vez que o esquecimento de crianças e animais em veículos configura um grave problema de segurança, frequentemente associado a consequências trágicas e irreversíveis. Ao desenvolver uma solução inteligente, espera-se contribuir para a mitigação desses incidentes, preservando vidas e promovendo maior conscientização entre os responsáveis.

Para fins metodológicos esse projeto utiliza a abordagem qualitativa, que segundo Lakatos e Marconi (2003), busca compreender a essência dos fenômenos sociais a partir da interpretação dos dados, priorizando percepções e atitudes, sem se limitar a quantificações.

Considerando esses fundamentos teóricos e práticos, os próximos capítulos abordarão o desenvolvimento do sistema IoT com base nas teorias de Eduardo Magrani (2018) e no uso do microcontrolador ESP32, aplicando os conceitos de José Morais (2023) para uma solução prática e acessível. Para a comunicação sem fio será empregado o protocolo LoRa, de baixo consumo energético e grande alcance segundo Sérgio de Oliveira (2021), enquanto a estrutura e a diagramação seguirão as metodologias propostas por Gilleanes Guedes (2018).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo abordaremos os principais componentes e tecnologias utilizadas no presente trabalho.

2.1 Riscos e Consequências do Esquecimento de Crianças e Animais em Veículos

De acordo com a reportagem publicada pelo jornal digital AutoPapo (2021), a empresa Ford realizou um experimento para alertar as pessoas sobre o perigo de deixar crianças e animais dentro de carros, mostrando que seu interior pode aquecer rapidamente, alcançando a 50°C, o que pode levar à morte por insolação.

Em 2025, registrou-se novamente no Brasil um incidente trágico, em Videira, Santa Catarina, onde uma criança de 3 anos faleceu após permanecer por 10 horas trancada dentro de um automóvel, conforme apontado pelo portal G1 (2025). Outro caso semelhante, envolvendo animais esquecidos, também foi registrado, conforme divulgado por Metrópoles (2024), duas cadelas morreram por asfixia após serem esquecidas em um carro de pet shop, em Goiás. Essas ações podem ser consideradas crime, de acordo com o Art. 133 do Código Penal Brasileiro, Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940:

Art. 133 - Abandonar pessoa que está sob seu cuidado, guarda, vigilância ou autoridade, e, por qualquer motivo, incapaz de defender-se dos riscos resultantes do abandono. (BRASIL, 1940, Art. 133)

Ademais, segundo a reportagem do jornal O Tempo (2023), ainda não foram implementadas tecnologias sem falhas para esse problema, as soluções que alertam os responsáveis sobre a presença de crianças no interior do veículo ainda apresentam limitações, porém é algo que vem sendo bastante discutido entre os fabricantes de carro nos Estados Unidos, embora essas soluções sejam pouco difundidas e limitadas a modelos novos.

2.2 Internet of Things (IoT)

Segundo a IBM (2025), a Internet das Coisas (IoT) se aplica a uma rede de dispositivos físicos que possuem integração com sensores, softwares e conectividade com a internet, sendo assim possível coletar e compartilhar dados.

Aparelhos do nosso cotidiano que, através de sensores, podem captar fatores ao nosso redor, como, por exemplo, pressão e peso e, mais tarde, essas informações são utilizadas de forma inteligente, estão considerados nesse conceito (MAGRANI, 2018).

2.3 Linguagem de Programação Para Embarcados

C++ é uma linguagem de programação derivada da linguagem C, desenvolvida no contexto de construção de sistemas de máxima eficiência, com a sua criação vinda de Bjarne Stroustrup em 1979, tinha o objetivo de auxiliar na gestão dos programas que exigiam crescente nível de sofisticação (SCHILD, 2002).

Uma aplicação desenvolvida em C++ requer compilação após a sua codificação, processo que consiste em converter o código-fonte contido em um ou mais arquivos para a linguagem de máquina, gerando um arquivo executável que o computador possa interpretar e processar (MICROSOFT LEARN, 2023).

A figura abaixo contém um exemplo comentado de codificação em C++, explicando como controlar um led alternando seu estado entre ligado e desligado.

Figura 01 - Exemplo de Código C++

```

1 #include <Arduino.h> // ESSENCIAL - inclui as funções do Arduino
2
3 void setup() {
4     // Configura o pino do LED
5     pinMode(2, OUTPUT); // O número 2 representa o pino do LED interno
6 }
7
8 void loop() {
9     // Liga o LED
10    digitalWrite(2, HIGH);
11    delay(1000); // Espera 1 segundo
12
13    // Desliga o LED
14    digitalWrite(2, LOW);
15    delay(1000); // Espera mais 1 segundo
16
17    // Isso se repete para sempre!
18 }
```

Fonte: Do próprio autor, 2025.

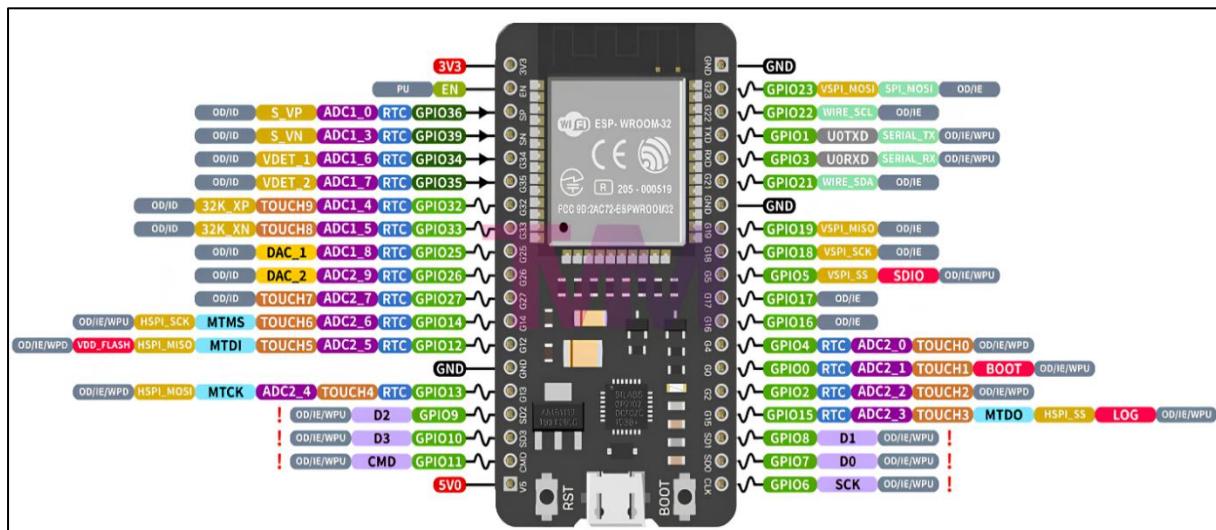
2.4 ESP32

O ESP32 se destaca por dispensar a utilização de placas externas para comunicação sem fio, como Wi-Fi e Bluetooth, até mesmo o Bluetooth Low Energy, pois conta com recursos integrados em sua própria estrutura para essas finalidades. (RALL; LEITE; MIRANDA, 2023). Entre os microcontroladores disponíveis no mercado, é reconhecido por seu alto desempenho e alta conectividade, oferecendo um custo-benefício extremamente vantajoso, conforme descrito por Morais (2023).

O chip ESP32 funciona como a principal interface entre sensores e o programador, sendo considerado o coração do projeto, pois com memória flash de 4 MB e antena integrada, ele opera numa faixa de tensão entre 2,2 e 3,6 V (NUNES et al., 2022). Possui 38 pinos físicos com 25 utilizáveis como Pulse Width Modulation (PWM), portando entradas e saídas, essas entradas são como botões, que enviam sinais ao microcontrolador, e podem ativar saídas como LEDs, buzzers e motores (ELETRÔNICA ÔMEGA, 2021).

A descrição dos pinos do ESP32 é ilustrada na figura 02.

Figura 02 - Especificação dos Pinos do ESP32



Fonte: Teach Me Micro, 2025.

Conforme evidenciado por Eichner, Da Silva e Rizzetti (2019), o Bluetooth Low Energy (BLE) é capaz de escanear aparelhos próximos e realizar conexões quando solicitado, além de poder ser facilmente integrado a vários sensores e dispositivos, incluindo o ESP32.

O BLE é uma tecnologia de comunicação sem fio amplamente utilizado em aparelhos a bateria, pois se sobressai principalmente pela economia de energia, sendo ideal para dispositivos que não necessitam transmitir grandes volumes de dados (FERREIRA; ANTUNES, 2022).

Constatado por Holanda, Lira e Jucá (2023) em testes controlados, o limite do sinal estável de maior alcance do escaneamento BLE encontra-se na faixa de aproximadamente quarenta metros, a partir dessa distância o sinal começa a perder intensidade, sendo ainda possível controlar e reduzir esse alcance de acordo com as necessidades, característica essencial para o presente projeto.

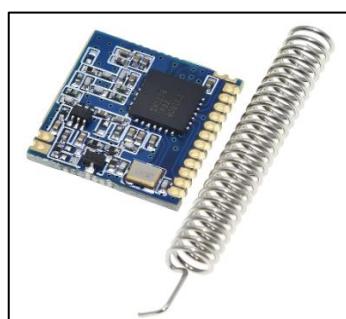
2.5 LoRa Módulo Transceptor

Com a proposta de criar uma tecnologia que atendesse longas distâncias, foi desenvolvido em 2015 um dispositivo denominado LoRa, que por meio da radiofrequência permite comunicações qualificadas de até 15 quilômetros, conforme Oliveira (2021).

De acordo com Oliveira, Da Conceição e Neto (2018) a tecnologia começou a ser mais reconhecida e ganhou bastante destaque por sua performance, permitindo comunicações sem fio a longas distâncias, com baixo consumo de energia durante a operação.

Sua utilização se dá por meio de um transceiver para transmitir e receber sinais, cuja frequência pode variar de 150 MHz a 960 MHz, e no Brasil existem frequências não licenciadas, regulamentadas pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), que fornecem faixas entre 915MHz e 928MHz, conforme Bertoleti (2023).

Figura 03 - SX1278: Módulo de Comunicação LoRa para Aplicações IoT



Fonte: Fermarc, 2025.

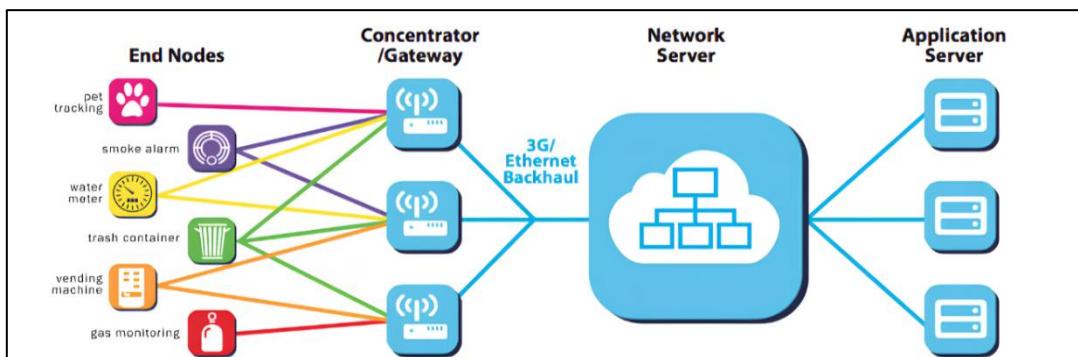
2.5.1 LoRaWAN: Protocolo de Comunicação em Redes LoRa

Na análise de Oliveira (2021), LoRa é apenas a camada física para transmissão de dados, em contraste, o protocolo LoRaWAN é um padrão aberto que gerencia e aplica os detalhes de funcionamento.

Conforme Bueno (2021), o protocolo define as distâncias alcançadas para obter os dados da aplicação, determinação do consumo de corrente e caracterização dos nós da rede para fazer a validação dos dados.

Nesse sentido, LoRaWAN utiliza a camada física LoRa como meio de transmissão, esse protocolo de rede revela-se inviável para estabelecer conexão direta, pois seu comportamento no dispositivo final depende da recepção e encaminhamento das mensagens pelos *gateways*, que são os intermediários responsáveis por possibilitar a comunicação dos dispositivos finais com a infraestrutura central da rede, como apontado por Bertoleti (2023).

Figura 04 - Estrutura de Comunicação do Protocolo LoRaWAN



Fonte: ALFACOMP, 2021.

2.6 Célula de carga

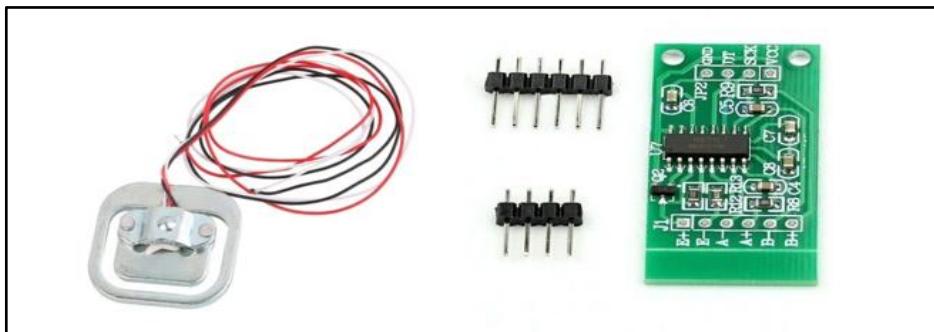
As células de carga sofrem deformações em sua estrutura metálica causadas pelo peso aplicado, a partir disso, seu funcionamento se baseia na variação de resistência ôhmica captada por um extensômetro (strain-gauge), caracterizando em uma variação que é medida e, depois, convertida em sinal elétrico proporcional ao peso aplicado (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2011).

Como demonstrado por Paixão, Santos e Almeida (2021), os dados fornecidos por células de carga são considerados grandezas elétricas baixas demais para serem

lidos por um microcontrolador. Diante disso, a utilização do módulo HX711 atua como amplificador de sinal e como conversor analógico-digital, facilitando a integração entre sensor e microcontrolador, como citam Oliveira et al. (2020).

A representação desses componentes pode ser observada na figura 05.

Figura 05 - Exibição da célula de carga e do módulo HX711



Fonte: Robocore, 2025.

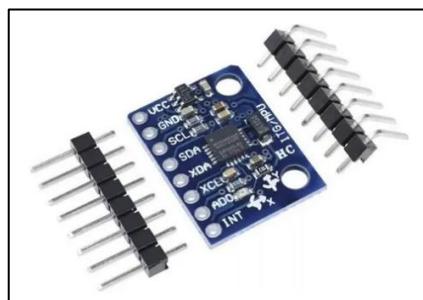
2.7 Sensor MPU6050

O MPU6050 combina um acelerômetro de 3 eixos e um giroscópio de 3 eixos em um único chip, sendo capaz de captar dados de aplicações que envolvem detecção de movimento, inclinação e vibração (MATHIAS; JUNKES; VIANA, 2024).

Para a aceleração, o sensor pode ser operado nas faixas de ± 2 g, ± 4 g, ± 8 g e ± 16 g e, para o giro, opera em escalas selecionáveis de ± 250 , ± 500 , ± 1000 e ± 2000 °/s, o que o torna versátil para várias implementações diferentes (MIRANDA et al., 2022).

Ademais, contém um processador digital de movimento (DMP) qualificado para realizar internamente cálculos complexos de fusão de sensores, reduzindo a carga de processamento do microcontrolador ao qual está conectado (STUHLER, 2022).

Figura 06 - Sensor MPU6050: acelerômetro e giroscópio integrados



2.8 Buzzer

Um buzzer é um transdutor responsável pela conversão de energia elétrica em sons audíveis, sendo empregado como mecanismo de sinalização sonora em diversos contextos, como computadores, despertadores, veículos e outros tipos de projetos (CORREIA; SOUSA; PIO, 2024).

Em consonância com S2F, em Manual de Sensores e Atuadores, são determinadas duas ramificações do componente e de suas finalidades:

O buzzer ativo utiliza apenas uma frequência e normalmente é utilizado para sinalizar ao usuário determinada situação, como erro em placas mães de computadores ou equipamentos eletrônicos. Já o buzzer passivo, como possui a possibilidade de se alterar a frequência, é normalmente utilizado para sinalizar em equipamentos musicais, como, por exemplo, em brinquedos infantis. (S2F, 2021, p. 13)

A figura abaixo apresenta uma representação dos dois tipos de buzzers.

Figura 07 - Buzzer Passivo e Ativo



Fonte: Arduino Portugal, 2017.

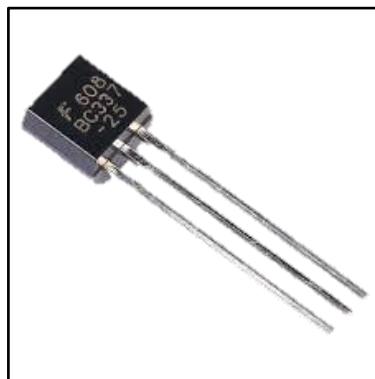
2.9 Transistor de Controle

Como descrito por Assis et al. (2015), os transistores atuam como componentes eletrônicos, sendo responsáveis por permitir ou bloquear a passagem de corrente elétrica, sendo amplamente empregados devido ao tamanho compacto e ao bom desempenho que oferecem.

Surgido em 1947, o transistor veio com a ideia de revolucionar a área da automação, pois, através da utilização desse componente, passou a ser empregado desde dispositivos eletrônicos simples até computadores industriais, conforme evidenciado por Santos et al. (2021).

Conforme destacado por Marangoni (2025), o transistor NPN BC337 suporta tensões de coletor-emissor de até 45V, seu desempenho se destaca na comutação de cargas intermediárias, graças à sua eficiente amplificação de sinais, sendo largamente empregado em aplicações.

Figura 08 - Transistor de Controle



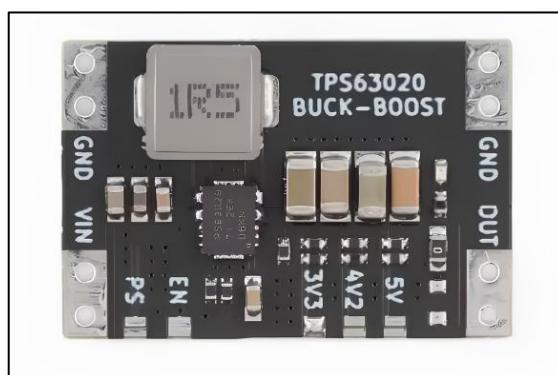
Fonte: FECOMP, 2018.

2.10 Módulo Regulador de Tensão Buck-Boost

Conforme estabelecido por Ferreira (2024), o conversor bidirecional buck-boost tem como objetivo fazer a transferência de potência de forma eficiente, garantindo mais praticidade e reduzindo o volume que ocupa, diferentemente, a uma topologia unidirecional, que atua apenas na redução ou aumento de energia.

Segundo Barbi (2015), o modelo buck-boost pertence à família dos conversores CC-CC (corrente contínua para corrente contínua) não isolados, que, por sua vez, desempenham o papel de abaixar ou elevar a tensão de forma eficaz.

Figura 09 - Módulo TPS63020



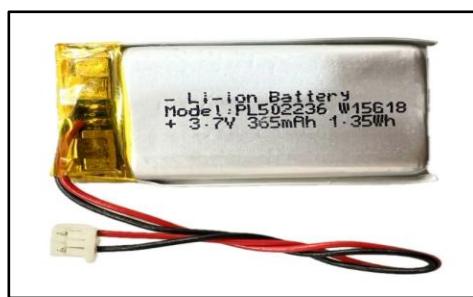
Fonte: Amazon, 2025.

2.11 Bateria Li-Ion

A partir dos estudos de Torres (2018), as baterias são dispositivos fundamentais da eletrônica que armazenam energia elétrica por meio de princípios eletroquímicos e têm como função fornecer corrente contínua para alimentar circuitos e sistemas eletrônicos.

De acordo com Leite et al. (2024), devido à elevada densidade energética, à longa vida útil e à baixa taxa de autodescarga, as baterias de íons de lítio firmaram-se como uma das principais tecnologias para armazenamento de energia em sistemas móveis. Corroborando essa visão, Caldeira (2020) incrementa nesta argumentação que o uso das baterias de íons de lítio em projetos se tornou mais comum e viável visto o seu ótimo desempenho e capacidade tecnológica consolidada.

Figura 10 - Bateria de Li-Ion



Fonte: Mercado Livre, 2023.

2.12 Módulo Carregador de Bateria TP4056

Devido à sua simplicidade e baixo custo, o módulo TP4056 é amplamente utilizado em dispositivos portáteis para o carregamento de baterias de íons de lítio, empregando o método de carga linear (FREITAS; QUEIROZ JÚNIOR, 2022).

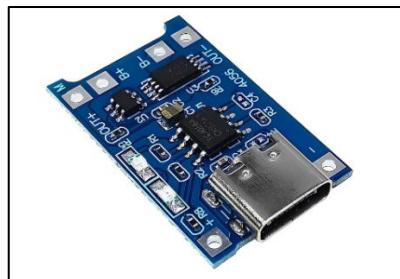
Conforme descrito por Pesse (2022), arquitetado e fabricado pela empresa chinesa Nanjing Top Power ASIC Corp., o TP4056 é um dispositivo integrado que opera com uma tensão de entrada de 5V e fornece uma corrente de carga ajustável, geralmente configurada para 1 ampere.

Em um estudo sobre a construção de um acoplador para óculos com comunicação Bluetooth, Freitas e Queiroz Júnior (2022) relataram suas expériencias positivas com

o módulo TP4056, destacando o seu uso para o gerenciamento de carga das baterias de íons de lítio, o que garantiu a segurança e eficiência energética do projeto.

No âmbito do monitoramento e controle do carregamento, Moreira e Jesus (2023) enfatizam a importância da supervisão remota dos parâmetros elétricos em módulos de carregamento, como o TP4056, para garantir segurança e eficiência.

Figura 11 - Demonstração do Módulo Carregador de Bateria TP4056



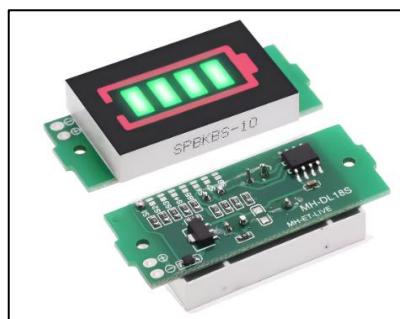
Fonte: Arduino e Cia, 2024.

2.13 Indicador de Carga de Bateria Li-Ion

O estado de carga de uma bateria, denominado State of Charge (SoC), corresponde à razão entre a quantidade de energia elétrica atualmente armazenada e a capacidade total da bateria, expresso em porcentagem, onde 100% representa a carga máxima e 0% a descarga completa (PAULA, 2024).

O Indicador de Carga de Bateria aplica o conceito SoC de forma simplificada, medindo a tensão como um parâmetro indireto da energia armazenada e mantendo a exibição em forma percentual, recurso essencial para uma gestão inteligente da bateria, que permite estimar a energia disponível sem degradar o dispositivo, conforme apontado possível por Aranha (2021).

Figura 12 - Demonstração do Indicador de Bateria

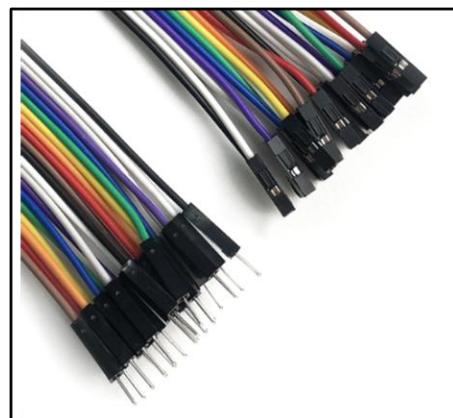


Fonte: Robocore, 2025.

2.14 Jumpers

Como afirma Platt (2016), ao utilizar esses fios de conexões é possível realizar e testar circuitos de forma prática, descartando a necessidade de soldagem dos componentes entre si e permitindo a reutilização destes, características que os classificam como ferramentas indispensáveis na prototipagem eletrônica por contribuírem para a flexibilidade e economia de recursos.

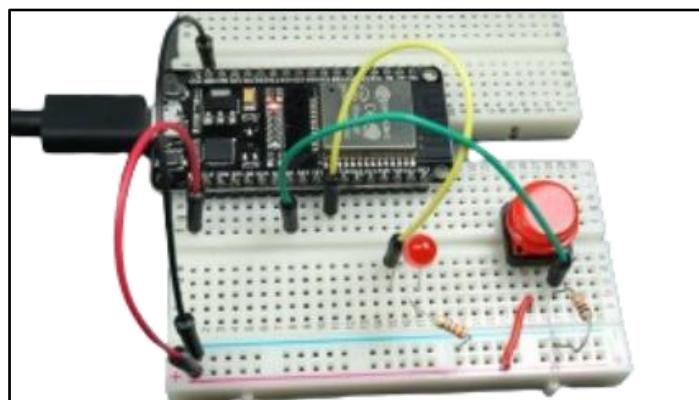
Figura 13 - Jumpers



Fonte: Robocore, 2025.

Abaixo, há uma representação da utilização dos jumpers dentro de uma prototipação simples.

Figura 14 - Circuito de ativação de uma LED com ESP32 e Jumpers



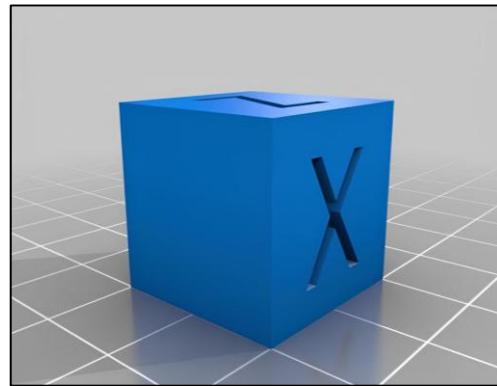
Fonte: Random Nerd Tutorials, 2025.

2.15 Modelagem 3D

De acordo com Cardoso (2022), a Modelagem 3D é a base da criação de objetos virtuais, cujos conceitos incluem as dimensões tridimensionais, que servem para definir o objeto e sua posição, simulando ambientes do mundo real.

Diante desse cenário, a modelagem 3D auxilia na representação mais fiel de como serão as funcionalidades e características do projeto, permitindo explorar diversas ideias, a fim de validá-las antes de finalizar o objeto, conforme destacado por Argoud (2024).

Figura 15 - Representação de Modelagem 3D



Fonte: Thingiverse, 2022.

2.16 UML

A UML se caracteriza como um sistema de representação gráfica e figurativa com aplicabilidade em diversos cenários de desenvolvimento, embora sua aplicação se estenda a múltiplas áreas, sua principal utilização reside na diagramação de sistemas com paradigma orientado a objeto (GUEDES, 2018).

Conforme Melo (2004), a UML possibilita a documentação do processo de desenvolvimento de software estabelecendo uma relação direta entre os seus modelos e as linguagens de programação utilizadas, permitindo até mesmo a transformação de modelos da UML para códigos.

Com base em Fowler (2005), é importante que o sistema seja modelado pois a UML facilita a construção e manutenção do código, sendo comum a construção dos Diagramas antes mesmo do código ser escrito.

Visto que esta linguagem de modelagem oferece diversos tipos de diagramas para melhorar a compreensão do Projeto, ao longo dos próximos capítulos detalharemos a aplicação prática de cada um, ilustrando o propósito específico e demonstrando qual a sua utilidade no desenvolvimento de Sistemas.

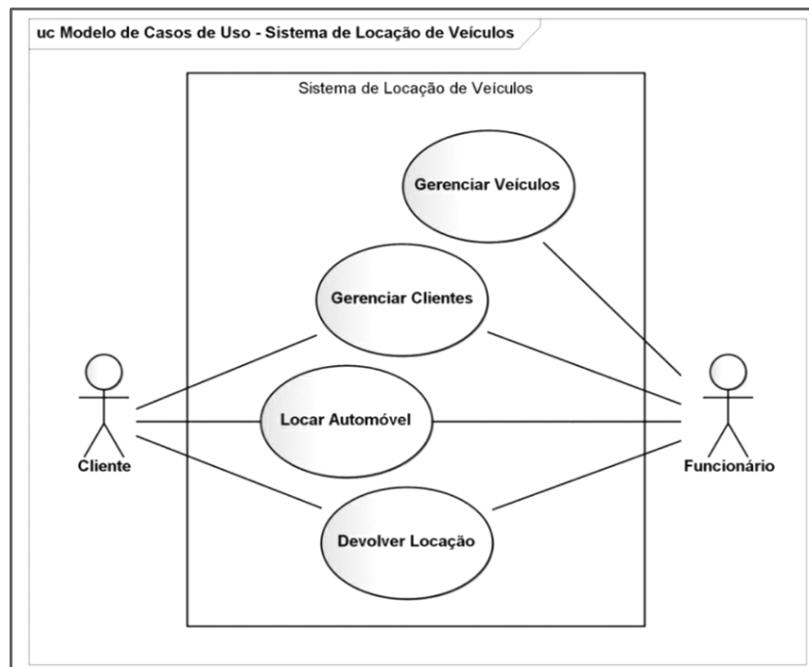
2.16.1 Diagrama de Casos de Uso

Segundo Pressman (2021), o Diagrama de Casos de Uso é uma ferramenta essencial de modelagem que mapeia os comportamentos dos usuários em relação ao Sistema em situações específicas dentro do seu fluxo.

Para Melo (2004), um caso de uso é definido por ser um conjunto de ações interrelacionadas que formam um fluxo completo de funções abrangendo também as suas variações alternativas, as quais compõem o comportamento de um sistema ou parte dele através de interações com atores.

A figura a seguir ilustra um exemplo básico de um Diagrama de Casos de Uso.

Figura 16 - Exemplo de Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Guedes, 2018.

No exemplo acima são listados alguns tópicos para o Diagrama de Casos de Uso de um sistema de locação de veículos, sendo os elementos principais:

- Atores: representados visualmente por um boneco de palito, indicam as entidades externas (pessoas ou sistemas externos) que interagem com a aplicação, no exemplo acima os atores são cliente e funcionário;
- Análise de requisitos: evidencia as tarefas que o *software* precisa cumprir para ser utilizável, sendo separadas entre requisitos funcionais, não funcionais e regras de negócio;
- Requisitos funcionais: explicam quais funções e tarefas o sistema precisa executar para atender as necessidades do usuário;
- Requisitos não funcionais: demonstram como o sistema precisa implementar as funcionalidades. Por exemplo, o sistema deve carregar a página em menos de 20 segundos;
- Regras de negócio: envolvem normas específicas do domínio da aplicação, como a restrição de que descontos só podem ser aplicados em compras acima de R\$ 100,00;
- Casos de uso: gerados a partir dos requisitos funcionais, são representados visualmente por uma elipse com as funções descritas no infinitivo, como no Diagrama da figura 7: Gerenciar veículos, Gerenciar Clientes, Locar automóvel e Devolver locação;
- Associação: representada por uma linha reta, denota a ligação entre os atores e os casos de uso que eles possuem acesso.

Alguns itens comumente utilizados, mas não representados no diagrama da figura 7 são:

- Inclusão: ilustrada por uma linha pontilhada com o termo <<include>>, é usada quando um caso de uso é considerado obrigatório para que o outro aconteça;
- Extensão: representada por uma reta pontilhada com <<extend>> sobre ela, é utilizada quando um caso de uso pode ser estendido a partir de outro sob determinadas condições, não necessariamente sendo obrigatório, mas sim opcional;
- Generalização: retratada visualmente por uma reta com uma seta, ocorre quando um ator herda as funcionalidades de outro ator ou quando

um caso de uso herda de outro caso de uso, caracterizando assim uma relação de generalização/herança.

2.16.2 Documentação de Casos de Uso

Conforme Guedes (2011), a documentação de casos de uso é utilizada para descrever as informações essenciais dos Casos de Uso de forma adequada ao seu sistema, abrangendo os atores que interagem com ele e as etapas executadas tanto pelo sistema quanto pelos atores para que o caso de uso execute sua função, além de outras informações relevantes, permitindo que o autor documente de uma forma simples e entendível para outros usuários.

O modelo abaixo demonstra como estruturar a documentação dos Casos de Uso em conformidade com as especificações da UML, para um caso de uso chamado Emitir Saldo:

Figura 17 - Exemplo de Documentação de Casos de Uso

Nome do Caso de Uso		UC06 – Emitir Saldo
Ator Principal	Cliente	
Atores Secundários		
Resumo	Descreve os passos necessários para um cliente obter o saldo referente a uma determinada conta	
Pré-condições		
Pós-condições		
Cenário Principal		
Ações do Ator	Ações do Sistema	
1. Informar o número da conta	2. Verificar a existência da conta 3. Solicitar a senha da conta	
4. Informar a senha	5. Verificar se a senha está correta 6. Emitir o saldo	
Restrições/Validações	1. A conta precisa existir e estar ativa 2. A senha precisa estar correta	
Cenário de Exceção I – Conta não encontrada		
Ações do Ator	Ações do Sistema	
	1. Comunicar ao cliente que o número da conta informada não foi encontrado	
Cenário de Exceção II – Senha inválida		
Ações do Ator	Ações do Sistema	
	1. Comunicar ao cliente que a senha fornecida não combina com a senha da conta	

Fonte: Guedes, 2018.

Na figura acima temos um exemplo de documentação de caso de uso, sendo os seus tópicos principais:

- Nome do caso de uso: indica qual a funcionalidade do caso de uso escolhido, no exemplo acima: Emitir saldo;
- Ator principal: aponta quem inicia a interação: Cliente;
- Atores secundários: determinam quem apoia a interação;
- Resumo: facilita a compreensão da documentação, explicando qual o objetivo específico do caso de uso brevemente;
- Pré-condições: definem as etapas que precisam ser executadas antes do caso de uso ser implementado;
- Pós-condições: especificam os estados obrigatórios do sistema após a conclusão do caso de uso;
- Fluxo principal: detalha a sequência ideal de interações entre os atores e o sistema quando o caso de uso é executado sem falhas.

Exemplo:

O ator informa o número da conta solicitando encerramento.

Sistema verifica a existência da conta.

Sistema emite saldo.

Sistema encerra a conta.

- Restrições/Validações: estabelece as condições obrigatórias para que o caso de uso seja executado;
- Fluxos Alternativos: descrevem variações do fluxo principal que ocorrem em condições específicas.

Exemplo:

- Conta não encontrada: o cliente deve informar um número de conta existente;
- Saldo negativo: o cliente precisa realizar depósito para zerar o saldo.

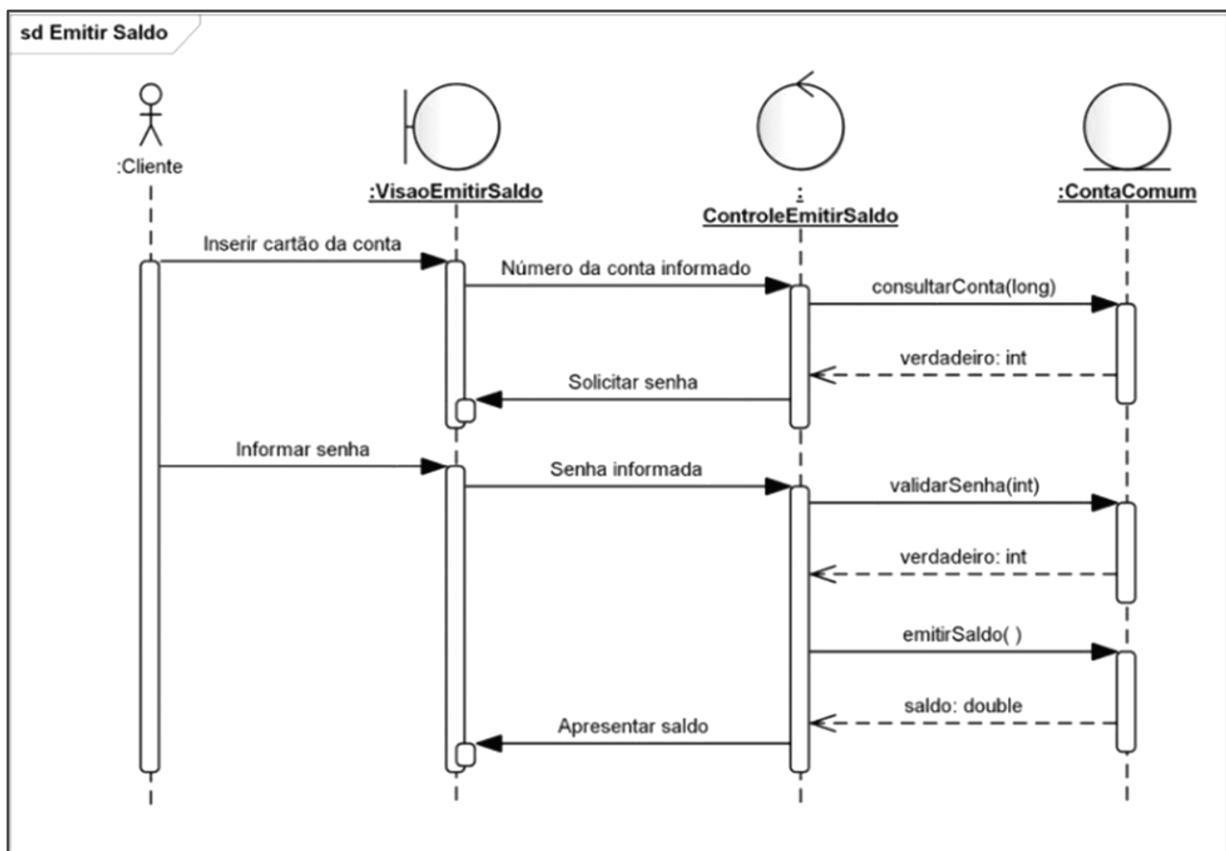
2.16.3 Diagrama de Sequência

De acordo com Fowler (2005), o diagrama de sequência é utilizado para auxiliar na modelagem dinâmica de um sistema, destacando a interação entre os objetos por meio da troca de mensagens dentro de um caso de uso.

O diagrama de sequência enquanto derivação direta do diagrama de casos de uso, estabelece uma relação de dependência, de forma que cada caso de uso demanda a elaboração de um diagrama de sequência específico, assim permitindo a modelagem precisa da sequência de eventos que ocorrem em um único processo (MELO, 2004).

Na figura 14, apresenta-se um exemplo de diagrama de sequência que modela o processo de emissão de saldo do sistema de controle bancário, detalhando a interação entre os objetos envolvidos nesse fluxo.

Figura 18 - Exemplo de Diagrama de Sequência



Fonte: Guedes, 2018.

No exemplo acima temos alguns componentes gerais usados para composição do diagrama, como:

- Atores: descrevem as entidades externas que interagem com o sistema, geralmente iniciando o processo. São representados pelo boneco de palito, igualmente ao utilizado no Diagrama de Caso de Uso;

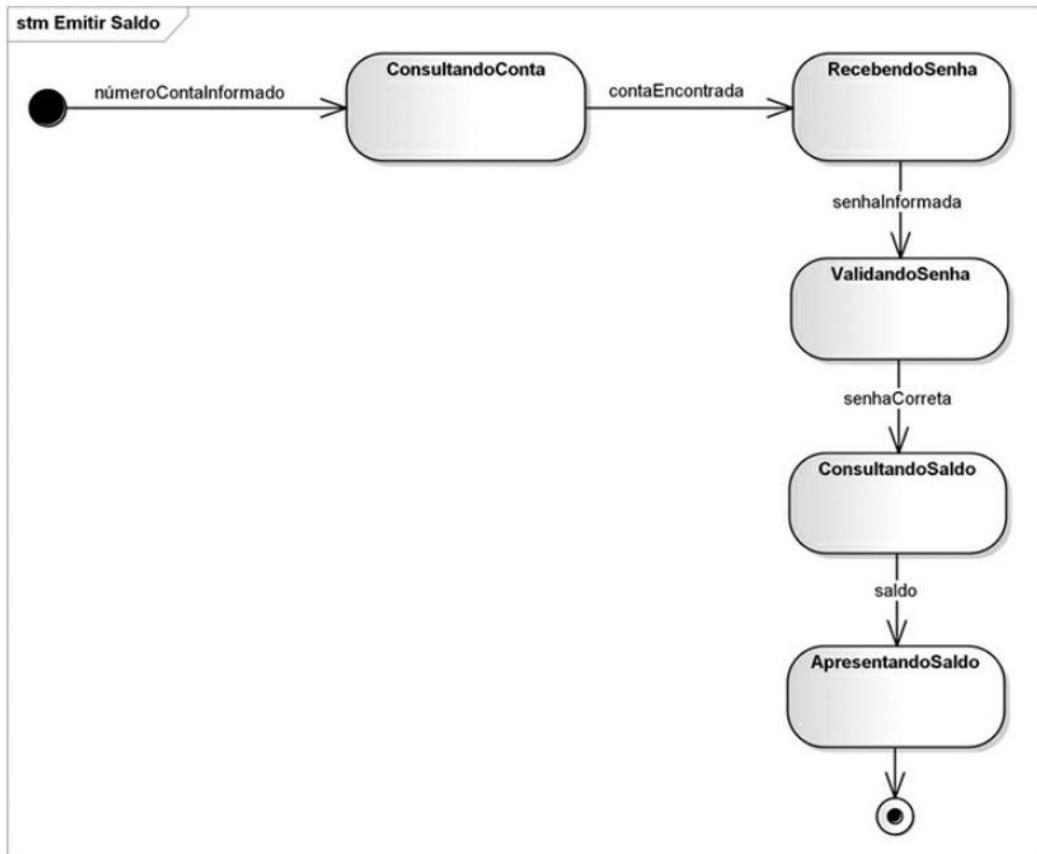
- Lifelines: representam a instância de um objeto ou ator ao longo da execução de um cenário específico. É denotada por uma linha vertical tracejada junto a um retângulo contendo o identificador do objeto;
- Classes de Boundary e de Controle: lifelines podem representar instâncias de diferentes tipos de classe, sendo a classe de Boundary responsável pelas interações externas ou interfaces e a classe de Controle pelo gerenciamento da lógica dos casos de uso. Sendo indicadas pelos estereótipos <>Boundary>> e <>Control>>;
- Chamadas de métodos e retornos: as mensagens que são trocadas entre as Lifelines representam chamadas de métodos (setas cheias/síncronas ou tracejadas/assíncronas) e seus retornos (confirmações e valores).

2.16.4 Diagrama de Máquina de Estados

Este diagrama representa o desenvolvimento comportamental dos elementos do sistema durante sua operação por meio de transições, onde cada estado corresponde a uma condição específica assumida pelo elemento em determinado momento do seu ciclo de vida (GUEDES, 2018).

A figura abaixo ilustra um exemplo de como aplicar o Diagrama de Máquina de Estados em um processo de Emissão de saldo.

Figura 19 - Exemplo de Diagrama de Máquina de Estados



Fonte: Guedes, 2018.

O diagrama de Máquina de Estados, assim como os outros diagramas, também utiliza símbolos padronizados para representar o comportamento dinâmico do sistema. Seus principais componentes são:

- Estado: utilizado para indicar uma condição específica em que o elemento do sistema se encontra durante sua operação, é ilustrado por um retângulo de bordas arredondadas;
- Transição: indicada por uma seta conectando dois estados, mostra a mudança de um estado para o outro, geralmente desencadeada por um evento ou condição;
- Estado Inicial: representado por um círculo preenchido, marca o ponto de início da função dentro do sistema;
- Estado Final: simbolizado por um círculo com um ponto dentro, indica o término de um fluxo de estados;

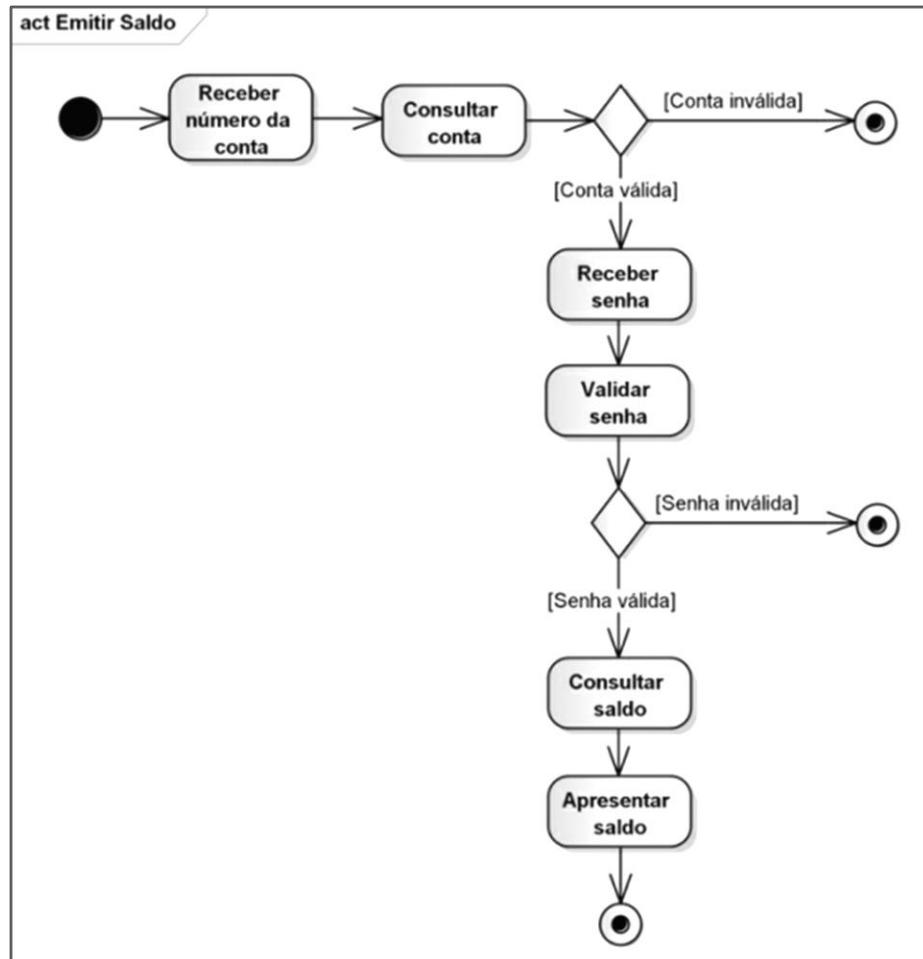
- Atividades Internas: indicam as ações executadas dentro do sistema, classificadas em:
 - Entry: ação que ocorre assim que o estado é ativado;
 - Exit: realizada no momento em que o estado é encerrado;
 - Do: representa uma ação contínua, mantida enquanto o estado permanece ativo.
- Pseudoestado de Escolha: retratado por um losango, define as condições que direcionam o fluxo para diferentes estados, funcionando como uma espécie de ponto de decisão;
- Barra de Sincronização (Bifurcação/União): utilizada para representar processos que acontecem de forma paralela (bifurcação) ou quando essas ações se reencontram (união). É visualizada como uma barra horizontal ou vertical.

2.16.5 Diagrama de Atividades

Os diagramas de atividades constituem uma ferramenta que demonstra a sequência determinada a ser seguida em fluxos e operações do sistema, diferentemente dos diagramas de caso de uso que se concentram na interação entre atores e objetos, esse diagrama foca na lógica interna das operações, permitindo assim a representação de diversas ações simultaneamente (FOWLER, 2005).

A figura a seguir demonstra um exemplo de como manusear um diagrama de atividade, especificamente para um processo de Emissão de Saldo.

Figura 20 - Exemplo de Diagrama de Atividades



Fonte: Guedes, 2018.

No diagrama de Atividades são aplicados alguns conceitos representados graficamente por algumas figuras, alguns desses conceitos são:

- Atividades: são as ações ou tarefas que serão executadas no fluxo da operação;
- Nó Inicial: marca onde o processo é iniciado, geralmente representado por um Círculo sólido;
- Nó de Final de Atividade: indica o término do processo, visualmente simbolizado por um Círculo com um ponto no centro;
- Nó de Ação: sinaliza uma tarefa específica ou um processo unitário, ilustrado geralmente por retângulos arredondados;

- Fluxo de Controles: determinam a ordem do fluxo a ser seguido após um processo específico, usualmente retratados por setas;
- Nó de Decisão: indica uma decisão que divide o fluxo em dois caminhos distintos, simbolizado por um losango;
- Intercalação: demonstra onde fluxos separados se reencontram após uma decisão;
- Separação (Bifurcação): mostra a separação do processo em tarefas simultâneas;
- Nó de Junção: determina o ponto em que processos separados se conectam de forma que continuem seguindo o mesmo fluxo.

3. DESENVOLVIMENTO

Esta seção demonstra os fundamentos teóricos e a análise dos dados obtidos, seguidos pela apresentação do desenvolvimento do projeto SaveTots. Destaca-se a criação da identidade visual, com ênfase na origem da logomarca e na escolha das cores, bem como a descrição do protótipo, incluindo as etapas de construção, as soluções adotadas, a aplicação dos conceitos UML e as tecnologias empregadas no sistema.

3.1 Perspectiva e Modelagem

Para uma melhor compreensão do sistema SaveTots, apresenta-se a descrição de seu funcionamento e de seus requisitos, com o objetivo de facilitar a análise e a interpretação, permitindo entender a modelagem do sistema e o processo de sua construção.

(CONTINUAR COM A HISTÓRIA)

3.2 Diagrama de Casos de Uso

Abaixo apresenta-se a visão geral do Diagrama de Casos de Uso do sistema, demonstrando as interações entre os atores XX e XX com suas respectivas ações no sistema. Em sua totalidade, o diagrama conta com XX casos de uso identificados como principais funcionalidades para o SaveTots.

Figura 21 - aa

Fonte: Autoria Própria, 2025.

3.3 Documentação de Casos de Uso

Conforme as orientações dos modelos UML, a seguir são apresentadas as etapas para a documentação de Casos de uso, abordada nos capítulos anteriores. Essa documentação segue sendo dividida entre: Requisitos funcionais, requisitos não funcionais, regras de negócio e a descrição detalhada dos casos de uso representados no diagrama de Casos de Uso.

Para retomar os conceitos citados anteriormente de forma breve, os requisitos funcionais representam as funcionalidades que o sistema precisa oferecer aos atores

envolvidos. Já os requisitos não funcionais referem-se à forma como essas funcionalidades são executadas, abrangendo aspectos como a rapidez das respostas do sistema e a qualidade delas.

As regras de negócio, por sua vez refletem as diretrizes que regem o sistema, diferenciando-as de outras soluções similares no mercado. Por fim, a documentação dos Casos de uso consiste na descrição estruturada das funcionalidades que o sistema propõe, abrangendo resumo, atores e possíveis exceções no fluxo de eventos.

Requisitos Funcionais:

- RF01: Detectar Presença: o sistema SaveTots deve ser capaz de detectar a presença da criança ou animal de estimação por meio dos sensores.
- RF02: Verificar Conexão: o sistema SaveTots deverá Verificar Conexão do dispositivo Tag vinculado ao Cuidador.
- RF03: Enviar alerta: caso o sistema SaveTots detecte os gatilhos de peso, vibração e a desconexão do dispositivo do cuidador, ele deverá enviar um alerta.
- RF04: Emitir Alerta: após o dispositivo Tag vinculado ao Cuidador receber o alerta, ele deverá emitir um alerta sonoro.
- RF05: Desativar alerta: o sistema SaveTots deve desativar o alerta automaticamente quando identificar que o dispositivo Tag está próximo novamente ou quando for requisitado pelo cuidador.

Requisitos Não Funcionais

- RNF01: Tempo de Resposta: o sistema deverá identificar a condição de risco em até 60 segundos.
- RNF02: Confabilidade: o alerta deverá ser enviado de forma confiável, sem interrupções ou falhas.
- RNF03: Alcance da Comunicação: o sistema precisa garantir comunicação eficaz entre os dispositivos em uma distância mínima de 10 metros.

- RNF04: Intensidade do Alerta: o alerta emitido pelo dispositivo portátil deve possuir intensidade sonora suficiente para chamar atenção do cuidador em ambientes barulhentos.
- RNF05: Disponibilidade do Sistema: o sistema IOT deve estar ativo em tempo integral enquanto estiver instalado, realizando a leitura constante dos sensores e avaliando os gatilhos definidos.

Regras de Negócio:

- RN01: Peso como Condição Inicial: o sistema só deverá considerar a análise de vibração caso detecte peso na almofada.
- RN02: Presença do Cuidador: o sistema deverá considerar o cuidador presente apenas enquanto o dispositivo móvel permanecer pareado com o ESP32 via Bluetooth.
- RN03: Gatilhos Simultâneos: o dispositivo deverá considerar a situação de perigo se os 3 gatilhos forem acionados simultaneamente:
 - Peso;
 - Movimentação detectada;
 - Perda de conexão Bluetooth com o cuidador.
- RN04: Desativação do Alerta: o alerta sonoro só será desligado após o cuidador se reaproximar do veículo onde está a cadeirinha ou caso ele requisite.
- RN05: Comunicação Segura: a comunicação entre os dispositivos só ocorrerá entre unidades previamente configuradas e reconhecidas pelo sistema.

A seguir temos a Documentação detalhada dos casos de uso do diagrama do projeto SaveTots:

Figura 22 - Documentação do Caso de Uso tanana

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 23 - Documentação do Caso de Uso tanan

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 24 - Documentação do Caso de Uso tanana

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 25 - Documentação do Caso de Uso tanan

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 26 - Documentação do Caso de Uso tana

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 27 - Documentação do Caso de Uso tana

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 28 - Documentação do Caso de uso tan

Fonte: Autoria Própria, 2025.

3.4 Diagrama de Atividade

Nesta etapa são apresentados os diagramas de atividades do sistema SaveTots, os quais representam de forma visual o fluxo de informações e ações realizadas de forma sequencial, facilitando a compreensão do funcionamento geral do sistema.

Figura 29 - Diagrama de Atividade tralala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 30 - Diagrama de Atividade tralala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 31 - Diagrama de Atividade tralala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 32 - Diagrama de Atividade tralala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 33 - Diagrama de Atividade tralala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 34 - Diagrama de Atividade tralala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 35 - Diagrama de Atividade tralala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

3.5 Diagrama de Sequência

Dando continuidade à diagramação, apresenta-se o diagrama o de sequência, que possui como objetivo demonstrar a linha cronológica de ações do sistema, representando assim seu comportamento dinâmico.

Figura 36 - Diagrama de Sequência lala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 37 - Diagrama de Sequência lala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 38 - Diagrama de Sequência lala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 39 - Diagrama de Sequência lala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 40 - Diagrama de Sequência lala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 41 - Diagrama de Sequência lala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 42 - Diagrama de Sequência lala

Fonte: Autoria Própria, 2025.

3.6 Diagrama de Máquina de Estado

Prosseguindo com a diagramação, a seguir temos o diagrama de máquina de estados, que tem qual como função de representar os possíveis estados de um objeto ao longo do seu ciclo de vida, bem como as transições que ocorrem entre eles.

Figura 43 - Diagrama de Máquina de Estados ruru

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 44 - Diagrama de Máquina de Estados ruru

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 45 - Diagrama de Máquina de Estados ruru

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 46 - Diagrama de Máquina de Estados ruru

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 47 - Diagrama de Máquina de Estados ruru

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 48 - Diagrama de Máquina de Estados ruru

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 49 - Diagrama de Máquina de Estados ruru

Fonte: Autoria Própria, 2025.

3.7 Pesquisa de Campo

Considerando que a metodologia utilizada no projeto SaveTots é de cunho qualitativa, torna-se necessário validar e interpretar os dados relacionados à problemática abordada. Para isso, foi realizada uma pesquisa de campo de forma remota com os responsáveis por crianças e pets de pequeno porte, que representam o nosso público-alvo. O questionário aplicado abrangeu desde informações básicas, como o nome do responsável, até questões que investigam o nível de confiança e segurança em utilizar uma tecnologia como a proposta.

A seguir, são apresentadas as perguntas selecionadas para a pesquisa de campo.

Figura 50 - Apresentação da Pesquisa de Campo



SaveTots - Pesquisa de Campo (TCC)

Este formulário foi elaborado como instrumento de coleta de dados para a pesquisa de campo do TCC do curso de Desenvolvimento de Sistemas - AMS da ETEC Zona Leste, com o objetivo de obter informações sobre a percepção e necessidades do público-alvo em relação ao projeto SaveTots.

O sistema SaveTots consiste em um dispositivo de monitoramento de crianças e animais dentro de veículos, utilizando sensores de peso e movimento, comunicação sem fio e alertas inteligentes, com o propósito de prevenir situações de esquecimento e garantir a segurança dos pequenos.

Fonte: Autoria Própria, 2025.

A pesquisa teve início com uma breve apresentação sobre nossa equipe e a finalidade dos dados coletados, garantindo transparência e compreensão por partes dos integrantes. Em seguida, foi apresentado o projeto SaveTots, explicando sua proposta e objetivos.

Figura 51 - Identificação do Responsável

The figure shows a screenshot of a survey form. At the top, it asks for an e-mail address, followed by a field for the respondent's name. Below that, a question asks if the respondent has children or pets, with four options: 'Crianças pequenas (0 a 6 anos)', 'Pets de pequeno porte (até 15 kg)', 'Ambos', and 'Nenhum'. The entire form is enclosed in a light pink border.

E-mail *

Seu e-mail

Digite seu nome: *

Sua resposta

1 - Você possui: *

- Crianças pequenas (0 a 6 anos)
- Pets de pequeno porte (até 15 kg)
- Ambos
- Nenhum

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Para identificação e validação dos participantes da pesquisa, foram solicitados inicialmente o nome e e-mail dos envolvidos. Posteriormente, foi questionado se o respondente possui um animal de estimação de pequeno porte, uma criança, ambos ou nenhuma das opções. Essa abordagem permitiu filtrar as respostas e concentrar a análise nos participantes que se enquadram nas três primeiras categorias, por estarem diretamente relacionados ao público-alvo do projeto.

Figura 52 - Questões Veiculares

<p>2 - Você possui carro próprio ou utiliza veículo com frequência? *</p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Não</p>	
<p>3 - Com que frequência você transporta sua(s) criança(s) ou pet(s) de pequeno porte no carro? *</p> <p><input type="radio"/> Diariamente</p> <p><input type="radio"/> Algumas vezes por semana</p> <p><input type="radio"/> Raramente</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p>	

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Nas perguntas 2 e 3, foi incluída a questão relativa à utilização de veículos, considerando que a maior incidência de casos ocorre entre responsáveis que fazem uso frequente de automóveis, mas não têm o hábito de transportar seus filhos ou pets. Nessas circunstâncias, alterações inesperadas na rotina podem ocasionar o esquecimento da criança ou do animal dentro do veículo, o que evidencia a relevância da proposta preventiva apresentada pelo projeto.

Figura 53 - Questão Sobre Incidência

4- Você já esqueceu, ou conhece alguém que já esqueceu, uma criança ou um pet dentro do carro, mesmo que por pouco tempo?

Sim

Não

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Considerando que o projeto tem como foco compreender situações de esquecimento de crianças e animais em veículos, a pergunta 4 buscou identificar o grau de reconhecimento desse tipo de ocorrência pelos participantes, seja por experiência direta ou por informações provenientes de terceiros.

Figura 54 - Questionando a Preocupação

5 - Em uma escala de 0 a 10, qual o seu nível de preocupação com a possibilidade de esquecer uma criança ou pet dentro do carro? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Na pergunta 5, buscou-se mensurar o nível de preocupação dos responsáveis em relação à possibilidade de esquecer uma criança ou animal de pequeno porte em um veículo, contribuindo para a compreensão da percepção e insegurança em relação ao problema que o projeto SaveTots se propõe a solucionar.

Figura 55 - Averiguação de Transporte

6 - Você costuma usar cadeirinha para crianças ou caixas de transporte para pets * no carro?

- Sim, sempre
- Às vezes
- Não utilizo

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Para essa pergunta, foi abordado o uso da cadeirinha infantil, tanto por se tratar de uma exigência legal até determinada faixa-etária, quanto pelo fato de o dispositivo SaveTots possuir seu mecanismo de acionamento inicial localizado na almofada da cadeirinha, caracterizando-a como um elemento fundamental o funcionamento do sistema.

Figura 56 - Ratificando a Inovação e Utilidade

7 - Você já conhecia ou ouviu falar sobre esse tipo de tecnologia antes? *

- Sim
- Não

8 - Em uma escala de 0 a 10, o quanto você acha útil um chaveiro inteligente que * alerta o responsável ao detectar a presença de um bebê ou pet no veículo?



Fonte: Autoria Própria, 2025.

As perguntas 7 e 8 tiveram como objetivo avaliar o grau de familiaridade do público com a tecnologia proposta pelo projeto, bem como analisar o nível de aceitação da solução com base na pontuação selecionada pelos participantes.

Figura 57 - Observando Sensação de Segurança

The figure displays two survey questions from a questionnaire. Both questions are enclosed in light blue rectangular boxes with rounded corners. Question 9 is at the top, followed by a thin horizontal line, and question 10 is below it. Each question has three response options: 'Sim' (radio button), 'Talvez' (radio button), and 'Não faria diferença' (radio button). The text is in Portuguese.

9 - Você se sentiria mais seguro com esse tipo de dispositivo instalado no carro? *

Sim
 Talvez
 Não faria diferença

10 - Você acha que esse tipo de dispositivo deveria ser obrigatório por lei, assim * como o uso de cadeirinhas?

Sim
 Talvez
 Não

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Com o objetivo de compreender a percepção de segurança e a opinião do público acerca do uso do dispositivo, a pergunta 9 busca identificar se os responsáveis se sentiriam mais seguros com o dispositivo instalado no veículo. A pergunta 10, por sua vez, teve como propósito verificar se os participantes consideram que o uso desse tipo de tecnologia deveria, tal como o uso das cadeirinhas infantis. Essas informações são essenciais para avaliar o grau de apoio social e a relevância da proposta.

Figura 58 - Indagação Futura

11 - Você gostaria de receber mais informações sobre esse projeto ou participar * de testes no futuro?

Sim

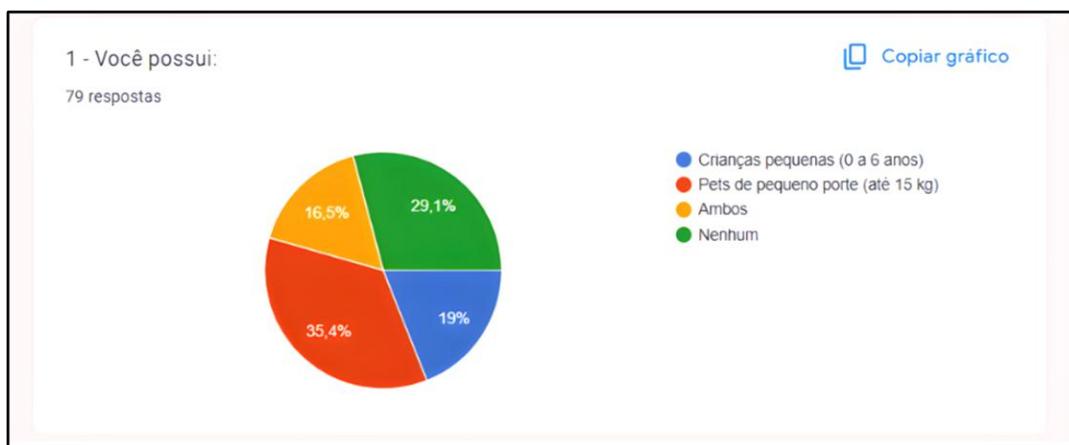
Não

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Finalizando o questionário, a última pergunta teve como objetivo verificar o interesse dos participantes em permanecer informados ou em participar de testes futuros relacionados ao presente projeto. Por meio dessa questão, foi mensurado o nível do engajamento do público-alvo e identificar possíveis voluntários dispostos a contribuir com as etapas subsequentes de desenvolvimento da tecnologia.

Na sequência, apresenta-se a análise dos gráficos gerados a partir das respostas obtidas na pesquisa, permitindo a interpretação dos dados coletados e uma compreensão mais aprofundada do perfil e as percepções do público em relação ao projeto SaveTots.

Figura 59 - Gráfico 1



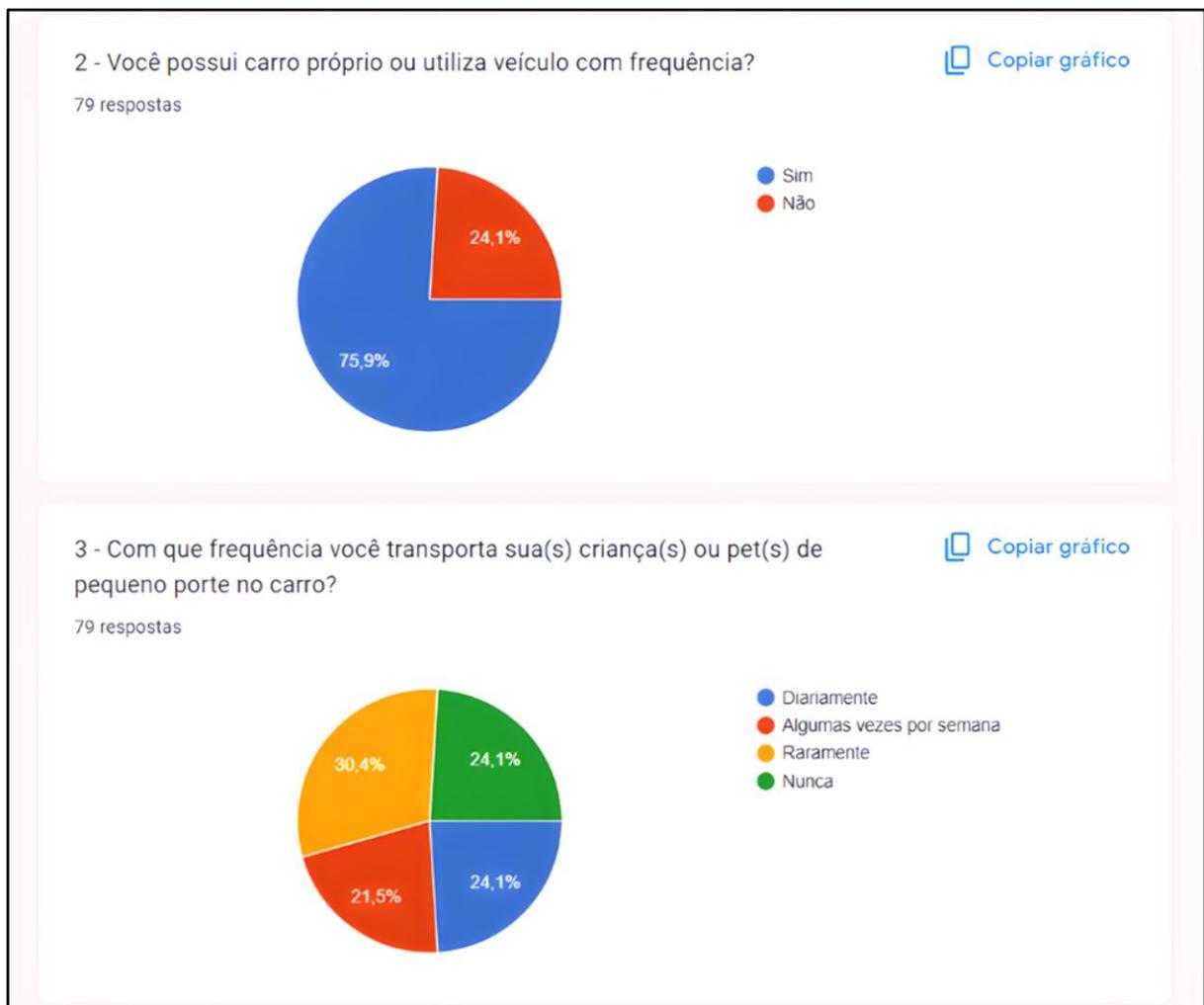
Fonte: Autoria Própria, 2025.

Inicialmente, observa-se que a pesquisa obteve 79 repostas, o que demonstra um nível satisfatório de engajamento por parte do público. A partir da análise do gráfico, verifica-se que a maior parcela dos respondentes (35,4%) possui animais de pequeno porte, enquanto 29,1% afirmaram não ter crianças ou animais.

Esse resultado pode indicar uma tendência contemporânea de muitas pessoas optarem por animais de estimação em vez de filhos. Esse fenômeno pode ser explicado por diversos fatores sociais e econômicos, como o aumento da urbanização, que reduz o espaço disponível e torna a rotina mais acelerada; a priorização de carreiras e desenvolvimento pessoal, que leva ao adiantamento ou substituição da criação de filhos; e os custos elevados de educação e manutenção de crianças, que influenciam decisões familiares. Além disso, mudanças culturais recentes têm consolidado a ideia de que animais podem ser tratados como membros da família, reforçando essa ideia.

Ademais, mesmo entre aqueles que não possuem crianças ou animais, observa-se conhecimento ou interesse pelo tema, possivelmente decorrência da divulgação de casos de esquecimento em veículos.

Figura 60 - Gráficos 2 e 3

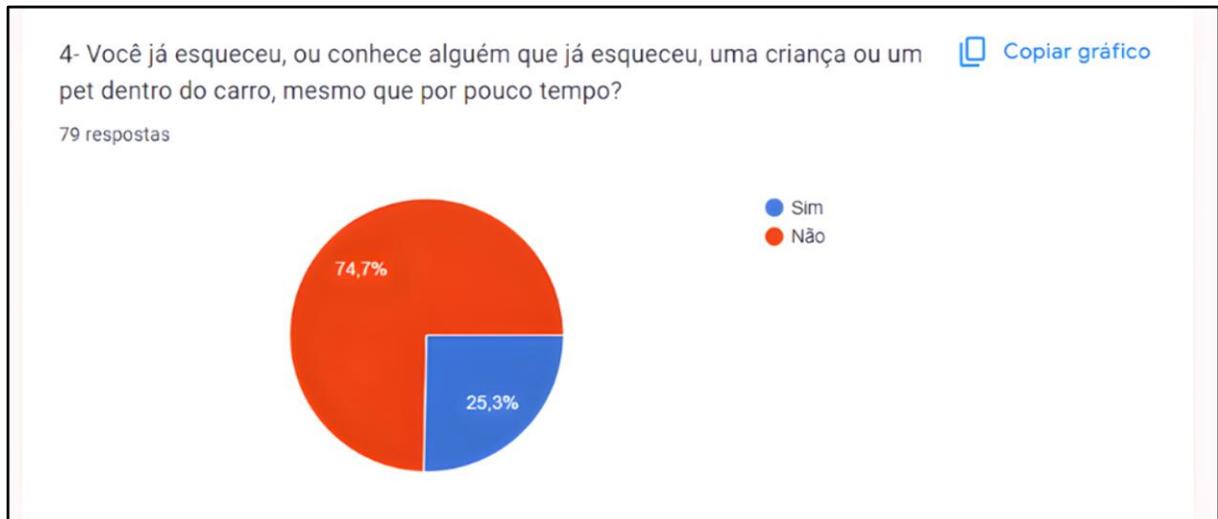


Fonte: Autoria Própria, 2025.

Nos gráficos 2 e 3, observa-se que mais de 70% dos respondentes afirmaram utilizar veículo com frequência ou possuir carro próprio, o que reforça a relevância do contexto analisado.

Em seguida, nota-se que a maioria transporta raramente crianças ou pets no veículo, enquanto há um empate entre os que realizam esse transporte diariamente e os que nunca o fazem. Com 30,4% representando o grupo mais expressivo, é possível sustentar a hipótese de que os casos de esquecimento ocorrem, em sua maioria, entre responsáveis que não tem o hábito de levar a criança ou animal no carro.

Figura 61 - Gráfico 4

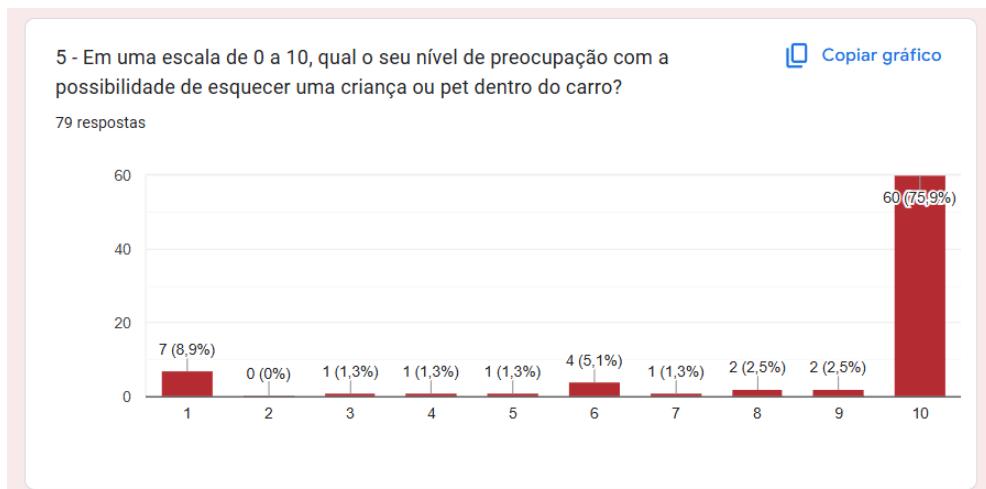


Fonte: Autoria Própria, 2025.

No gráfico 4, percebe-se que 25,3% dos participantes afirmam já ter esquecido ou conhecer alguém que esqueceu, uma criança ou pet dentro do veículo, mesmo que por curto período.

Por outro lado, o fato de 74,7% dos respondentes nunca terem vivido ou conhecido uma situação semelhante evidencia a baixa visibilidade do problema, o que pode contribuir para a falta de conscientização e para a escassez de soluções eficazes voltadas a prevenções desses incidentes, que podem acarretar consequências graves e até fatais.

Figura 62 - Gráfico 5

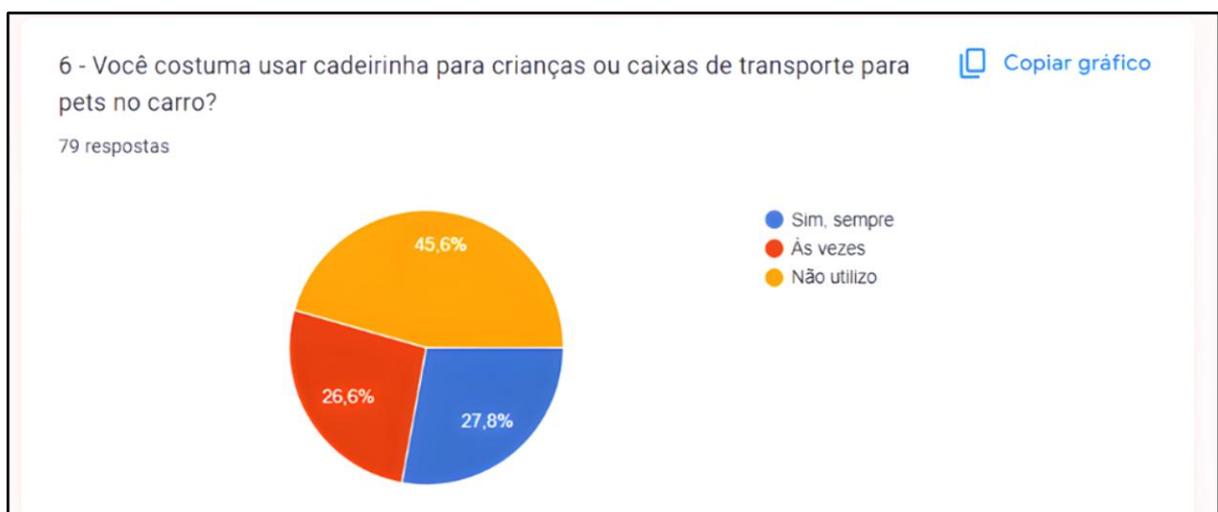


Fonte: Autoria Própria, 2025.

No gráfico 5, observa-se que 75,9% dos participantes atribuíram nota máxima (10) ao nível de preocupação com a possibilidade de esquecer uma criança ou animal dentro do carro, evidenciando que, mesmo entre aqueles que nunca passaram por essa situação, há uma forte sensibilidade e preocupação em relação à segurança das vítimas em potencial.

Portanto, os dados indicam que o público reconhece o risco associado a essas situações.

Figura 63 - Gráfico 6



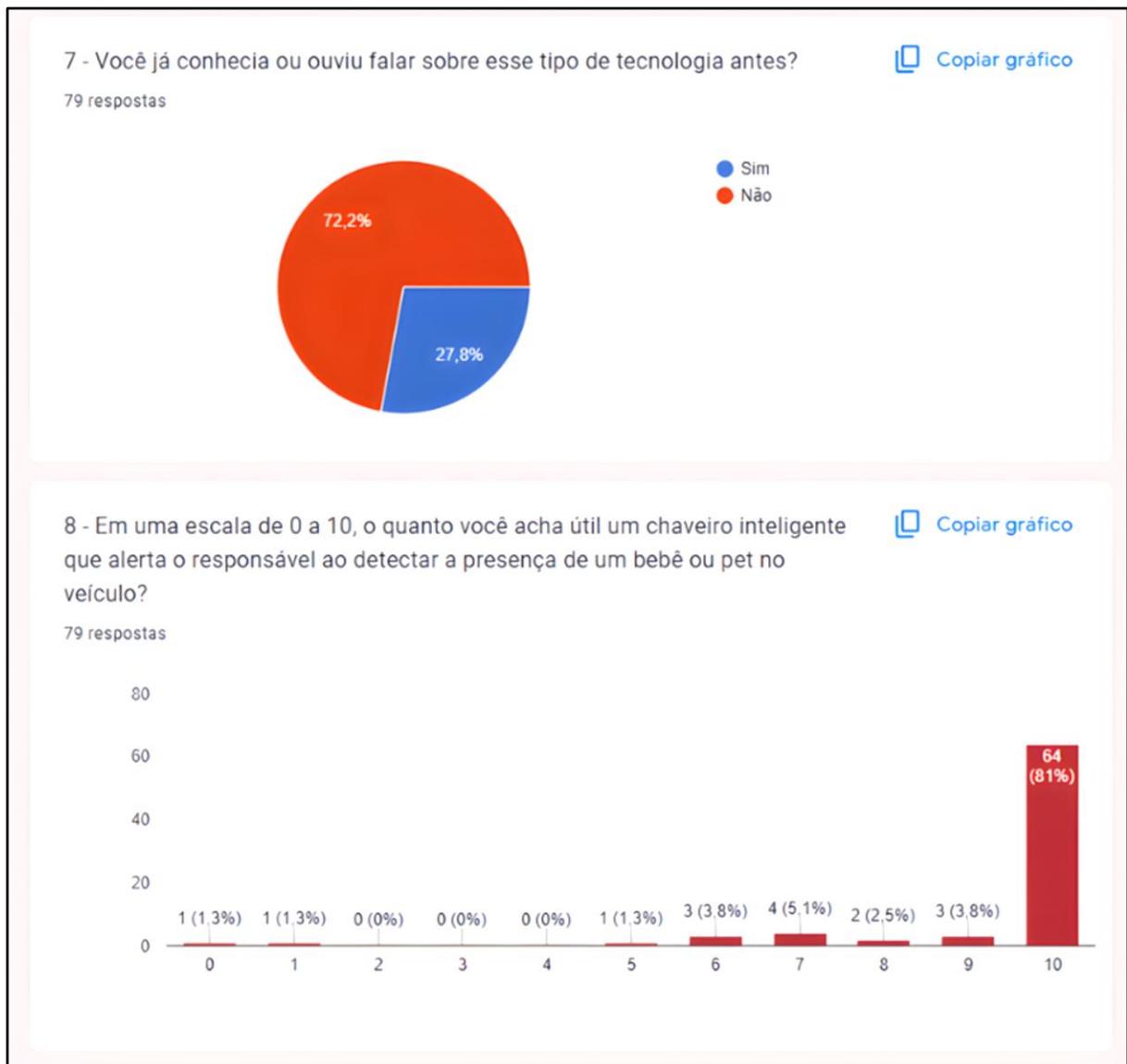
Fonte: Autoria Própria, 2025.

No gráfico 6, nota-se que 45,6% dos participantes afirmaram não utilizar cadeirinhas ou caixa de transporte, enquanto 27,8% relataram utilizá-las sempre e 26,6% apenas ocasionalmente.

Mesmo entre aqueles que não fazem o uso regularmente da cadeirinha infantil, é importante destacar que, de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e as normas do CONTRAN, o assento de elevação é obrigatório para crianças de até 1 ano até 7 anos e 11 meses, quando já superaram a faixa etária ou o limite de peso da cadeirinha infantil. Antes de 1 ano ou até atingir o limite de peso, deve ser utilizada a cadeirinha adequada à idade ou peso da criança.

Nesse contexto, o dispositivo SaveTots se mostra versátil, podendo ser utilizado tanto em cadeirinhas quanto em assentos de elevação, garantindo proteção contínua e abrangendo diferentes fases do desenvolvimento infantil.

Figura 64 - Gráficos 7 e 8

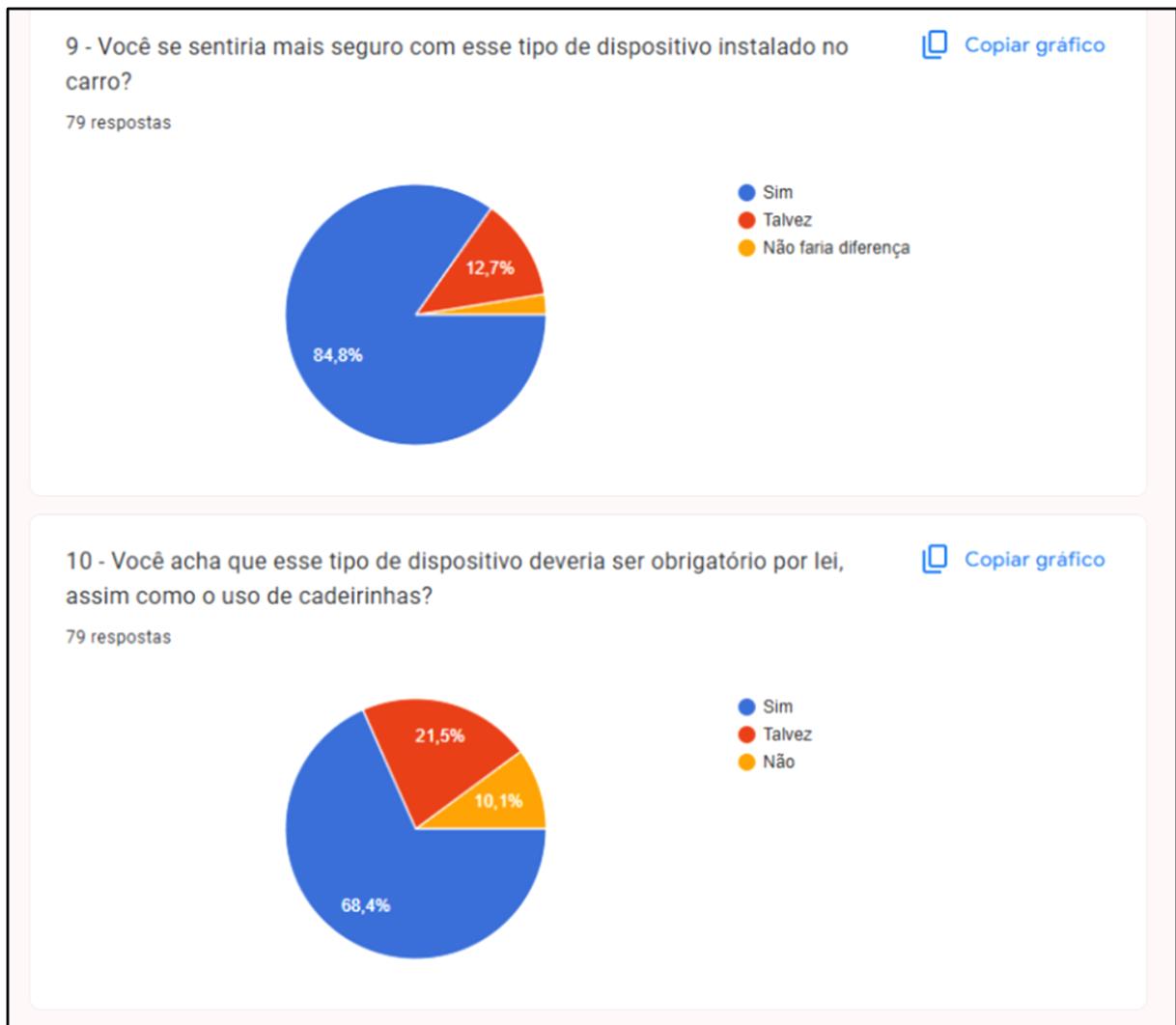


Fonte: Autoria Própria, 2025.

Prosseguindo com a análise dos resultados, nos gráficos 7 e 8 notória a porcentagem dos participantes que nunca havia ouvido falar sobre esse tipo de tecnologia (72,2%), o que demonstra a necessidade de maior divulgação sobre soluções voltadas à segurança de crianças e animais de estimação em veículos.

Apesar do baixo nível de familiaridade inicial, 81% dos respondentes atribuíram nota máxima ao nível de utilidade de um chaveiro inteligente capaz de alertar ao responsável ao detectar a presença dos ocupantes vulneráveis no veículo. Dessa forma, pode-se inferir que o SaveTots apresenta elevado potencial de aplicação e impacto social.

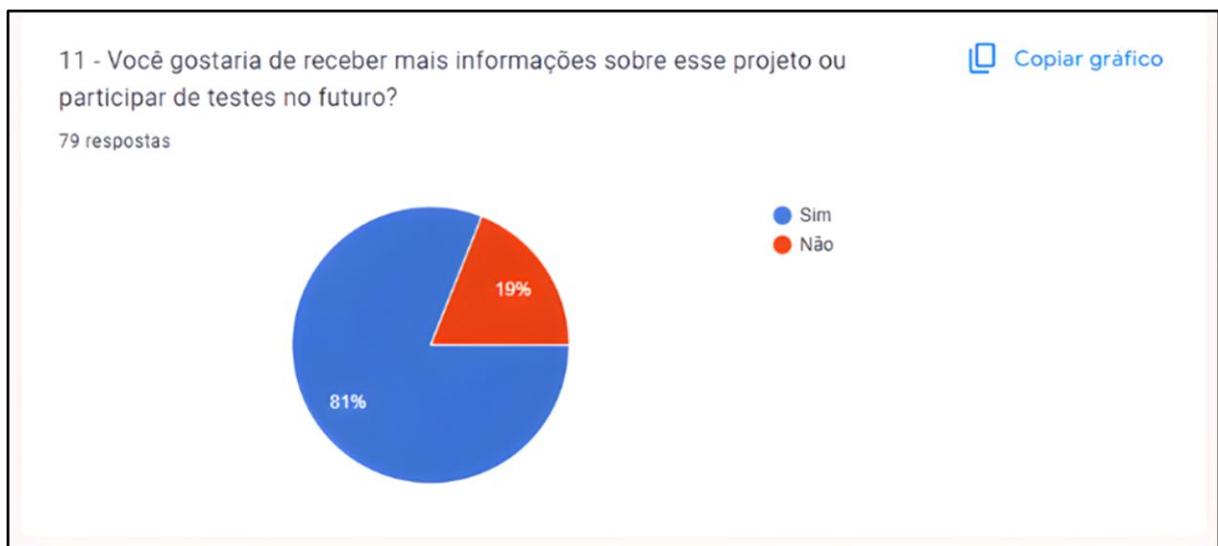
Figura 65 - Gráficos 9 e 10



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Os resultados das perguntas 9 e 10 revelam uma ampla aprovação do dispositivo. Conforme os gráficos, 84,4% dos participantes afirmaram que se sentiriam mais seguros com a instalação, enquanto 68,4% defendem que seu uso deveria ser obrigatório por lei, assim como as cadeirinhas e os assentos de elevação.

Figura 66 - Gráfico 11



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Por fim, na pergunta 11, que encerra a pesquisa, observou-se que 81% dos participantes demonstraram interesse em receber mais informações ou participar de testes futuros relacionados ao projeto. Esse resultado evidencia um alto nível de engajamento e curiosidade do público, reforçando o potencial de aceitação e expansão do SaveTots.

Dessa forma, ao relacionar os resultados obtidos com a abordagem qualitativa da pesquisa, conclui-se que o estudo de campo não apenas confirmou a relevância e a credibilidade do projeto, mas também comprovou a existência de uma demanda real e emocionalmente significativa por soluções tecnológicas voltadas a essa temática.

3.8 Identidade Visual do Projeto

A tipografia é uma parte fundamental da identidade de um logotipo e da forma como o público percebe a proposta do projeto, é muito mais do que apenas uma fonte definida. Uma letra mal selecionada interfere na mensagem que deverá ser transmitida, podendo dificultar a leitura e compreensão do produto.

Sob o mesmo ponto, a tipografia apresentada a seguir contém formas arredondadas e suaves que passam uma ideia de proximidade, carinho e cuidado. Isso faz com que o público possa associar o sistema a algo seguro e confiável, especialmente considerando seu uso voltado a crianças e animais de estimação.

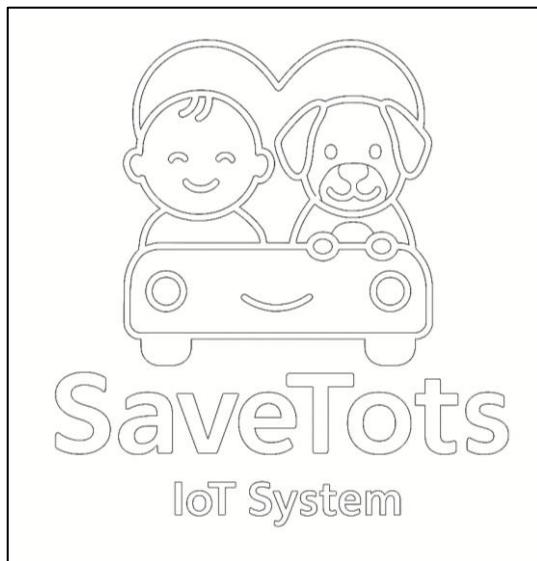
Figura 67 - Demonstração da Tipografia Escolhida



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Os elementos visuais procuram trazer uma mensagem nítida e conectada à proposta do SaveTots.

Figura 68 - Demonstração dos Elementos Visuais Selecionados



Fonte: Autoria Própria, 2025.

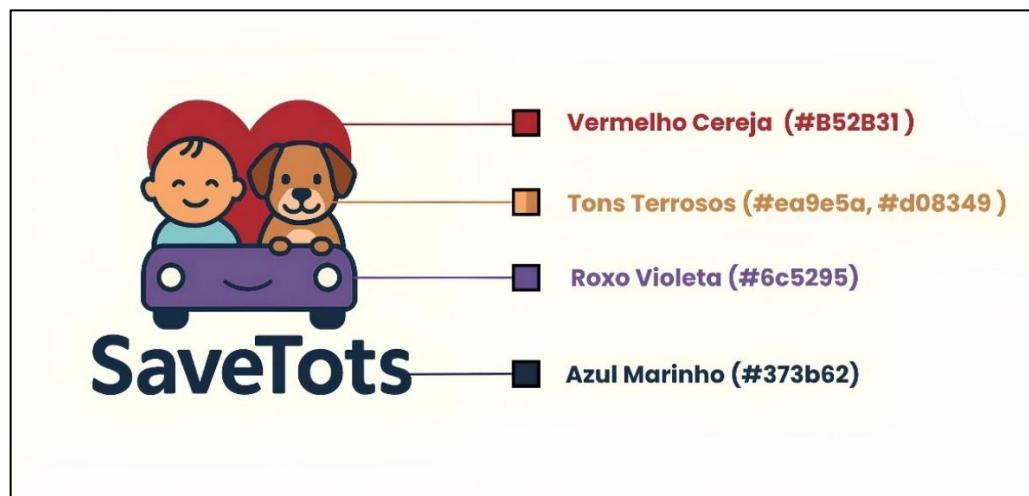
Para a elaborar a composição da simbologia presente no logotipo, foram integradas todas as figuras cruciais para o entendimento da causa.

- Criança e Cachorro: representam os principais seres vulneráveis a situações de esquecimento em veículos.
- Veículo: desenhado de forma simplificada, traz um sorriso no para-choque, passando a ideia de segurança, cuidado e ambiente amigável. A partir disso, diminui o peso drástico do tema e comunica de forma leve e acolhedora, mas ainda séria.

- Coração: inserido atrás das figuras centrais, expressa o amor, cuidado e proteção inclusa na missão do projeto.

Partindo dos conceitos estabelecidos pela Psicologia das Cores, que influencia os comportamentos, percepções e emoções humanas, foram escolhidas quatro principais cores para a identidade visual do nosso sistema. A figura abaixo demonstra a esta seleção.

Figura 69 - Demonstração dos Tons das Cores



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Os tons de cores apresentados foram estabelecidos a partir de alguns critérios, como:

- Vermelho Cereja: esse tom específico de vermelho, sendo mais escuro, remete a intensidade do zelo e carinho que o sistema busca oferecer às vítimas em potencial.
- Tons Terrosos: utilizados para dar cor a criança e ao animal, representam calma, conforto e simplicidade das personagens, correlacionando com a finalidade do projeto que visa a segurança e o bem-estar destes.
- Roxo Violeta: com criatividade e serenidade, esta cor presente no veículo demonstra um forte destaque visual portando originalidade, destacando o veículo em meio ao ambiente.
- Azul Marinho: sendo menos agressivo que o preto, porém mais sério que azuis claros, transmite solidez e confiança, revelando a seriedade e a credibilidade da proposta.

Um dos elementos centrais para a identidade visual de um projeto é o slogan, envolvendo um significado que vai além de uma simples mensagem. Em poucas palavras, sintetiza sua essência, propósito e valores, atuando como um elo entre o público e a proposta apresentada. Em contextos de inovação e responsabilidade social, o slogan assume um papel ainda mais relevante devendo despertar consciência, empatia e confiança, traduzindo a função prática do sistema em uma mensagem emocional e acessível.

Em vista dessas definições, o slogan para nossa proposta é:

“SaveTots: porque esquecer os seus pequeninos não é uma opção.”

A escolha dessa frase reforça a missão do sistema de ser empregado como uma ferramenta de prevenção e proteção, além de enfatizar que o SaveTots é para além de um simples dispositivo tecnológico, representando um compromisso com a segurança e o cuidado. Cada palavra salienta a ideia de que a atenção e o zelo dedicado às crianças e os animais são insubstituíveis, transmitindo a urgência e a relevância da preservação do bem-estar daqueles que mais dependem de nós.

3.9 Etapas de Implementação e Validação do SaveTots

Nesta seção, apresentam-se as etapas práticas de implementação do protótipo SaveTots, com ênfase nos procedimentos para a validação do funcionamento individual de cada dispositivo no sistema, bem como nas integrações realizadas entre eles. O objetivo é demonstrar como diferentes módulos de um hardware foram testados, ajustados e unificados, resultando em um único dispositivo funcional capaz de atender aos requisitos propostos.

3.9.1 Célula de Carga

As células de carga foram selecionadas com o objetivo de identificar o peso sobre o assento do veículo, sendo utilizada como um dos principais gatilhos para a detecção de presença. Para atender a faixa etária definida, optou-se por modelos com capacidade de até 50 kg, valor suficiente para abranger o peso esperado dos pequenos usuários.

Devido à natureza do sinal gerado por essas células, o qual é muito baixo incapaz de ser interpretado diretamente pelo ESP32, foi utilizado o módulo HX711, responsável

por amplificar e converter o sinal analógico em dados digitais, permitindo sua correta leitura e processamento. Esse componente também possibilitou a integração de duas células de carga em paralelo, garantindo uma coleta do peso mais precisa e abrangente ao distribuir a medição por toda a superfície.

Para assegurar que as medições refletissem com precisão o peso real, foram realizadas diversas comparações entre as leituras obtidas pelo sistema, por meio das células de carga, e os pesos conhecidos registrados em uma balança convencional, a fim de garantir maior confiabilidade. Essa etapa de validação, viabilizou a calibragem dos sensores e o ajuste da leitura de forma a reduzir erros e variações.

Figura 70 - Demonstração de Monitoramento da Detecção de Peso

```

ESP32 Dev Module

Peso_Almofada_Teste_Unitario.ino

1 // =====
2 // CÓDIGO: CÉLULAS DE CARGA + MÓDULO HX711 LIGADO AO ESP32
3 // FUNÇÃO: CALIBRAR E DETECTAR PRESENÇA DE PESO NA ALMOFADA
4 // =====
5
6 // IMPORTANDO BIBLIOTECA NECESSÁRIA
7 #include "HX711.h"
8
9 // DEFINIÇÃO DOS PINOS DE CONEXÃO COM O MÓDULO HX711
10 #define PINO_DT 14
11 #define PINO_SCK 12
12
13 // CRIA OBJETO PARA INTERFACEAR COM O MÓDULO HX711
14 HX711 Celulas_Carga;

Saída Monitor Serial X

Mensagem (ESP32 Dev Module + Enter para enviar mensagem para 'COM4' em '{2}')

== CALIBRACAO DO MÓDULO HX711 COM 25 LEITURAS ==
REMOVA QUALQUER PESO DAS CÉLULAS DE CARGA...
CÉLULAS DE CARGA ZERADAS!
COLOQUE O PESO CONHECIDO DE 169.00 g NAS DUAS CELULAS E PRESSIONE ENTER NO MONITOR SERIAL.

== RESULTADO DA CALIBRACAO ==
MEDIA DAS 25 LEITURAS: -1195.88
FATOR DE CALIBRACAO: -7.0762
INICIANDO MONITORAMENTO DE PRESENÇA...
PESO DETECTADO: 177.35 g

```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Após a conclusão desse processo, o sistema passou a considerar a detecção do peso como o primeiro gatilho, acionando em seguida as funções subsequentes.

3.9.2 Sensor MPU6050

Antes de iniciar os testes unitários com o sensor de aceleração e vibração, realizou-se a soldagem manual de todos os pinos necessários, visando garantir a integridade das conexões elétricas. No primeiro teste, verificou-se a ocorrência de falhas na leitura do sensor ocasionadas por uma soldagem inadequada, que impedia seu reconhecimento pelo microcontrolador. Após a revisão das conexões, o dispositivo passou a ser reconhecido corretamente.

Figura 71 - Demonstração de Monitoramento da Detecção de Movimento



```

Movimento_Almofada_Teste_Unitario.ino •
1 // =====
2 // CÓDIGO DO ACELERÔMETRO + GIROSCÓPIO LIGADO AO ESP32 NA ALMOFADA
3 // FUNÇÃO: RECONHECER SE EXISTE PRESENÇA DE MOVIMENTO
4 // CONDIÇÃO: SE RECONHECER A PRESENÇA DE MOVIMENTO 3 VEZES, ATIVA O SEGUNDO GATILHO.
5 // =====
6
7 // IMPORTANDO BIBLIOTECAS NECESSÁRIAS
8 #include <Wire.h>
9 #include <MPU6050.h>
10
11 // OBJETO CRIADO
12 MPU6050 Mpu;
13
14 // VALORES ANTERIORES

```

Saída Monitor Serial

Mensagem (ESP32 Dev Module + Enter para enviar mensagem para 'COM4' em '(2)'

```

INICIALIZANDO MPU6050...
 MPU6050 CONECTADO COM SUCESSO!
 NENHUM MOVIMENTO NA ALMOFADA. CONTADOR ZERADO.
 MOVIMENTO DETECTADO! CONTADOR: 1
 MOVIMENTO DETECTADO! CONTADOR: 2
 MOVIMENTO DETECTADO! CONTADOR: 3

 CRIANÇA OU PET SE MEXENDO NA ALMOFADA!
 PRESENÇA CONFIRMADA!

```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

A programação do sensor foi desenvolvida com o objetivo de monitorar movimentos sobre a almofada, permitindo distinguir entre objetos inanimados e seres vivos. Para otimizar a operação do sistema e evitar falsos positivos, definiu-se que a detecção desse sensor só seria ativada após o disparo do primeiro gatilho, o peso. Essa

condição foi incorporada no código para que o fluxo fosse sequencial, ativando a leitura apenas quando havia indicação de possível presença sobre o assento. Caso essa presença fosse confirmada por meio da detecção de movimento, o segundo gatilho seria acionado.

A integração do sensor com as células de carga sob o assento foi cuidadosamente testada, assegurando que cada módulo operasse em sincronia e que os sinais fossem processados de forma confiável sem perda de eficácia.

3.9.3 ESP32 e ESP32 Mini

Os testes realizados com foco na avaliação do ESP32 e do ESP32 C3 Mini, verificaram a estabilidade da conexão Bluetooth entre os dispositivos, analisando a qualidade do sinal quanto ao comportamento em diferentes cenários de distância e ambientes físicos.

Em primeiro momento, foi conduzido um teste em ambiente aberto, sem limitações pré-definidas. Nessa configuração, o sistema alcançou uma distância de aproximadamente 60 metros em linhas curvas, já que foi realizado no estacionamento da unidade escolar, valor considerado extremamente satisfatório para comunicação livre. Contudo, dentro do contexto pensado para a realidade, a distância operacional foi limitada a 2 metros, de forma a simular uma situação real de um veículo estacionado com o responsável permanecendo nas proximidades.

Na sequência, foram realizados ensaios em um veículo do modelo Hyundai i30, a fim de compreender os impactos da estrutura metálica do veículo sobre o sinal Bluetooth. Os resultados demonstraram que, nas laterais do automóvel, a comunicação ocorreu com êxito, no entanto, na parte frontal e no porta-malas, houve perda significativa da conexão, atribuída à maior concentração de materiais metálicos nestas regiões.

Após isso, novos testes foram aplicados em um veículo do modelo Fiat Toro, escolhido por possuir uma superfície traseira mais ampla, o que possibilitou uma análise mais detalhada do comportamento do sistema. Nessa etapa, observou-se a necessidade de limitar operação a 2,5 metros, de forma a garantir a cobertura completa de todo o entorno. A partir desse ponto, constatou-se que o ajuste realizado ofereceu o resultado

mais satisfatório, garantindo o reconhecimento consistente do dispositivo e em diversos modelos automotivos.

A implementação contou com o uso de código baseado em BLE, responsável por identificar o dispositivo alvo, denominado pela equipe como o emissor de alerta, representado pelo ESP32 Mini. A detecção do dispositivo é realizada a partir do valor de Received Signal Strength Indicator (RSSI), que indica a intensidade do sinal recebido pelo dispositivo, sendo maior quando o transmissor está mais próximo e com sinal mais forte.

Determinou-se por utilizar esta tecnologia de comunicação, pois sua lógica demonstrou ser eficiente no processo de reconhecimento do chaveiro que será portado pelo cuidador. Por meio de escaneamento periódicos e registro de falhas consecutivas de detecção, foi possível validar a abordagem de monitoramento contínuo da proximidade do responsável em relação ao veículo por meio do Bluetooth.

Figura 72 - Demonstração do Monitoramento de Proximidade do Responsável

```

ESP32 Dev Module

Proximidade_Almofada_Teste_Unitario.ino •
1 // IMPORTANDO BIBLIOTECAS NECESSÁRIAS
2 #include <BLEDevice.h>
3 #include <BLEScan.h>
4 #include <BLEAdvertisedDevice.h>
5
6 // NOME DO DISPOSITIVO ALVO
7 #define Nome_Dispositivo_Alvo "ESP_EMISSOR"
8
9 // DISTÂNCIA PERMITIDA
10 #define Limiar_RSSI -97
11
12 // VARIÁVEIS GERAIS
13 int Tempo_Escaneamento = 5;
14 bool Dispositivo_Encontrado = false;
15 int Quantidade_Gatilhos_Ativados = 0;

Saída Monitor Serial X

Mensagem (ESP32 Dev Module + Enter para enviar mensagem para 'COM4' em '[2]'

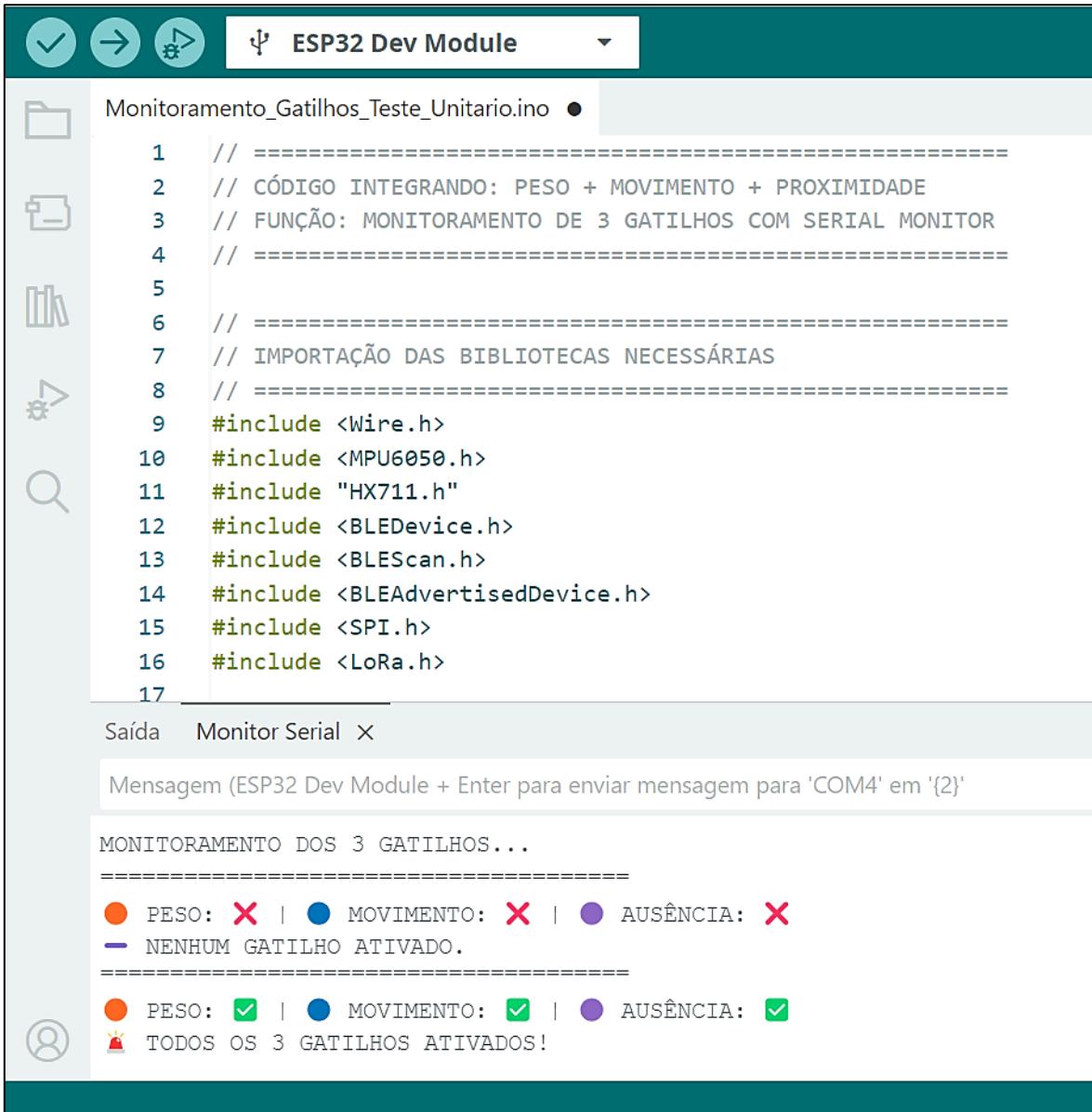
● INICIANDO ESCANEAMENTO BLE
✓ DISPOSITIVO PRESENTE.
-----
✗ AUSÊNCIA DETECTADA! 1/3
-----
✗ AUSÊNCIA DETECTADA! 2/3
-----
✗ AUSÊNCIA DETECTADA! 3/3
⚠ GATILHO ATIVADO! PROXIMIDADE DO RESPONSÁVEL NÃO DETECTADA.

```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Como o projeto foi elaborado de forma sequencial, conforme já mencionado, ele exige a ativação de três gatilhos antes do envio de um alerta de perigo, prosseguindo apenas após a confirmação de que todos foram devidamente verificados e acionados.

Figura 73 - Demonstração do Monitoramento dos Três Gatilhos



The screenshot shows the Arduino IDE interface. The top bar displays the connection to an 'ESP32 Dev Module'. The left sidebar contains icons for file operations, while the main area shows the code for 'Monitoramento_Gatilhos_Teste_Unitario.ino'. The code includes imports for various libraries like Wire, MPU6050, HX711, BLEDevice, BLEScan, BLEAdvertisedDevice, SPI, and LoRa. The serial monitor window below shows the output of the sketch, which first displays a message about monitoring three triggers. It then shows two states: one where none of the triggers are activated (PESO, MOVIMENTO, AUSÊNCIA are all crossed out) and another where all three triggers are activated (all three indicators have checkmarks). The text in the monitor window is as follows:

```

Monitoramento_Gatilhos_Teste_Unitario.ino •

1 // =====
2 // CÓDIGO INTEGRANDO: PESO + MOVIMENTO + PROXIMIDADE
3 // FUNÇÃO: MONITORAMENTO DE 3 GATILHOS COM SERIAL MONITOR
4 // =====
5
6 // =====
7 // IMPORTAÇÃO DAS BIBLIOTECAS NECESSÁRIAS
8 // =====
9 #include <Wire.h>
10 #include <MPU6050.h>
11 #include "HX711.h"
12 #include <BLEDevice.h>
13 #include <BLEScan.h>
14 #include <BLEAdvertisedDevice.h>
15 #include <SPI.h>
16 #include <LoRa.h>
17

Saída Monitor Serial ×

Mensagem (ESP32 Dev Module + Enter para enviar mensagem para 'COM4' em '{2}')

MONITORAMENTO DOS 3 GATILHOS...
=====
● PESO: ✗ | ● MOVIMENTO: ✗ | ● AUSÊNCIA: ✗
— NENHUM GATILHO ATIVADO.
=====

● PESO: ✓ | ● MOVIMENTO: ✓ | ● AUSÊNCIA: ✓
⚠ TODOS OS 3 GATILHOS ATIVADOS!

```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Dessa forma, esse comportamento consolidou a confiabilidade do sistema e possibilitou o prosseguimento das próximas etapas de desenvolvimento e integração do SaveTots.

3.9.4 LoRa

Para uma comunicação com maior eficiência e amplitude, optou-se por utilizar a tecnologia de comunicação sem fio LoRa. Entretanto, foi analisado que anteriormente havia conexão entre os microcontroladores ESP32 e ESP32 mini por Bluetooth (BLE), uma versão de baixo consumo e melhor alcance, porém, em ambientes internos, atingia apenas cerca de 60 metros.

Com isso, realizou-se uma pesquisa para identificar outra tecnologia que pudesse atender à demanda de envio de alertas, caso a pessoa estivesse mais distante do veículo. Inicialmente, considerou-se o LoRa SX1276, que atua na faixa de 915 MHz no Brasil; entretanto, em locais com obstáculos, como áreas urbanas densas, o alcance varia entre 500 m e 1,5 km. Já o LoRa SX1278, operando na faixa de 433 MHz, apresenta melhor desempenho em ambientes com maior densidade de barreiras, como estacionamentos ou áreas com muitas obstruções, alcançando de 1 a 3 km. Além disso, a diferença de preço é relevante, considerando que se trata de um dispositivo IoT de custo reduzido.

Para o funcionamento do protocolo LoRa, inicialmente realizou-se a soldagem dos fios, etapa bastante complexa devido ao tamanho reduzido do dispositivo, exigindo atenção redobrada para conectar corretamente os pinos nos módulos controladores.

Com os jumpers conectados, foram realizados testes, que apresentaram algumas intercorrências, dentre elas a solda escapar, mau contato e inserção de fios em portas incorretas. Após os ajustes necessários, realizou-se uma verificação entre os protocolos pelo Arduino IDE, o que possibilitou analisar e validar o funcionamento antes da instalação no dispositivo final.

Pelo Arduino IDE, foi instalada a biblioteca LoRa.h, essencial para a comunicação entre o dispositivo da almofada e o chaveiro. Ambos os módulos LoRa foram configurados para operar na mesma frequência de 433 MHz, mas com funções distintas: o módulo conectado ao assento atua como transmissor, enviando um alerta sempre que os três gatilhos são ativados; já o módulo acoplado ao chaveiro funciona como receptor, encarregado de receber essa comunicação. Dessa forma, ao identificar uma situação de risco, o transmissor envia uma mensagem ao receptor, que, por sua vez, aciona o alerta destinado ao responsável.

Figura 74 - Demonstração do Envio de Alerta do Módulo Transmissor ao Receptor

The screenshot shows the Arduino IDE interface. At the top, there's a toolbar with icons for file operations and a dropdown menu labeled "ESP32 Dev Module". Below the toolbar, a sidebar on the left contains icons for file, folder, library, and search. The main workspace displays the code for "Transmissor_Almofada_Teste_Unitario.ino". The code is as follows:

```

1 // =====
2 // CÓDIGO: TRANSMISSOR LORA LIGADO AO ESP32 NA ALMOFADA
3 // FUNÇÃO: ENVIAR AVISO AO RECEPTOR LORA
4 // =====
5
6 // IMPORTANDO BIBLIOTECAS NECESSÁRIAS
7 #include <SPI.h>
8 #include <LoRa.h>
9
10 // PINOS PARA ESP32 DEV MODULE
11 #define SS_Pin      5
12 #define RST_Pin     14
13 #define DIO0_Pin    26
14
15 void setup() {
16   Serial.begin(115200);
17   delay(2000); // PAUSA PARA ESTABILIZAR A SERIAL

```

Below the code, there are tabs for "Saída" and "Monitor Serial". The "Monitor Serial" tab is active, showing the message "Mensagem (ESP32 Dev Module + Enter para enviar mensagem para 'COM4' em '{2}'". The serial monitor output window displays the following text:

```

=====
⚠️ TODOS OS 3 GATILHOS ATIVADOS!
=====
● INICIALIZANDO LORA...
✓ TRANSMISSOR LORA PRONTO!
● ENVIANDO MENSAGEM: ALERTA
=====
```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Quando uma mensagem é recebida, o módulo receptor verifica se seu conteúdo é exatamente a palavra "ALERTA". Caso seja, ele exibe no monitor serial uma mensagem de confirmação, indicando que uma situação potencialmente perigosa foi detectada e comunicada com sucesso. Se a mensagem recebida for diferente da esperada, ela é ignorada, sem acionar nenhuma resposta ou aviso. Dessa forma, o receptor atua como um filtro de segurança, reconhecendo apenas sinais críticos e evitando intercorrências desnecessárias ou falsos alertas.

Figura 75 - Demonstração do Recebimento de Alerta do Módulo Receptor

The screenshot shows the Arduino IDE interface. The top bar displays the title "ESP32C3 Dev Module". The left sidebar contains icons for file operations, while the main area shows the code for "Receptor_Chaveiro_Teste_Unitario.ino". The code is as follows:

```

1 // =====
2 // CÓDIGO: RECEPTOR LORA LIGADO AO ESP32-C3 MINI
3 // FUNÇÃO: RECEBER "ALERTA" DO TRANSMISSOR E EXIBIR CONFIRMAÇÃO NO MONITOR SERIAL
4 // =====
5
6 // IMPORTANDO BIBLIOTECAS NECESSÁRIAS
7 #include <SPI.h>
8 #include <LoRa.h>
9
10 // PINOS CORRETOS PARA ESP32-C3 MINI
11 #define SS_Pin      7
12 #define RST_Pin     3
13 #define DIO0_Pin    2
14 #define SCK_Pin     4
15 #define MISO_Pin    5
16 #define MOSI_Pin   6
17
18 void setup() {
19   Serial.begin(115200);

```

Below the code, the "Monitor Serial" tab is active, showing the output from the serial port:

Saída Monitor Serial ×

Mensagem (ESP32C3 Dev Module + Enter para enviar mensagem para 'COM3' em '{2}'

- INICIALIZANDO LORA...
- ✓ RECEPTOR LORA PRONTO!
- ✉ MENSAGEM RECEBIDA: ALERTA
- ⚠ CRIANÇA OU PET SOZINHO NO VEÍCULO ⚡

Fonte: Autoria Própria, 2025.

3.9.5 Buzzer

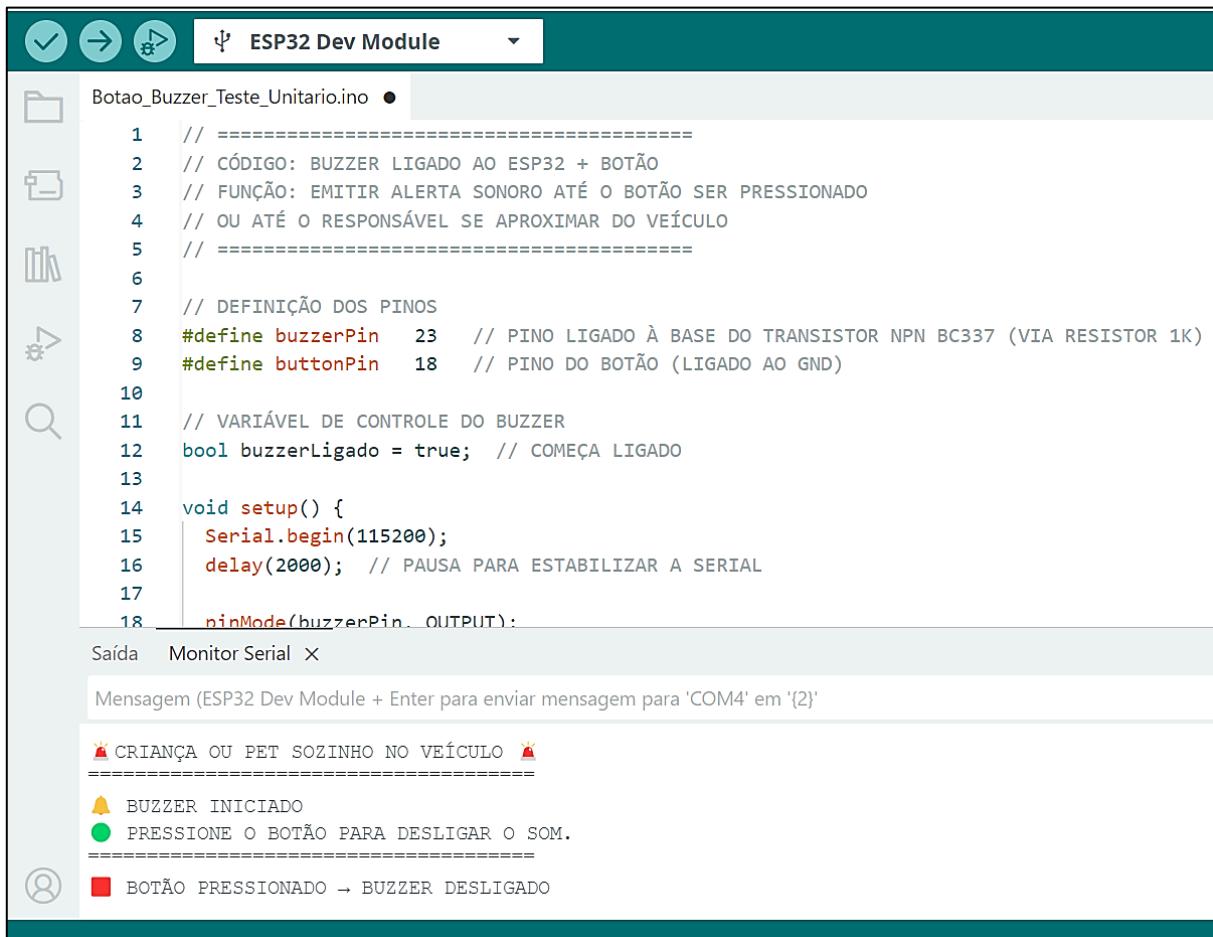
Com o recebimento de um aviso de potencial risco, é necessário um componente capaz de alertar o responsável de forma clara e eficaz. Entre as opções consideradas, como LEDs, sensores de vibração e alertas sonoros, a utilização do som mostrou-se a mais viável e prática. Isso porque o alerta sonoro permite que o responsável perceba rapidamente a situação e tome as medidas necessárias com maior agilidade.

O cuidador receberá um sinal sonoro emitido por um buzzer do tipo ativo, escolhido por não exigir a regulagem de frequência, sendo necessário apenas definir o intervalo de tempo para sua ativação.

O processo de instalação do buzzer foi iniciado com a escolha de um dispositivo adequado para controlar o fluxo de corrente elétrica, compatível com os pinos do ESP32. Foi utilizado o transistor NPN BC337, que atende aos requisitos de corrente e tensão do sistema. Além disso, foi incorporado um resistor de 1 kΩ para garantir a regulação correta da tensão, suportando de forma segura os níveis de até 5 V necessários ao emissor de som.

Após a seleção dos componentes, realizou-se a soldagem, garantindo a instalação correta de todos os elementos. Com tudo corretamente montado, foram realizados testes controlados, acionando os gatilhos para o sinalizador sonoro ser ativado.

Figura 76 - Demonstração da Ativação do Alerta



```

ESP32 Dev Module

Botao_Buzzer_Teste_Unitario.ino •

1 // =====
2 // CÓDIGO: BUZZER LIGADO AO ESP32 + BOTÃO
3 // FUNÇÃO: EMITIR ALERTA SONORO ATÉ O BOTÃO SER PRESSIONADO
4 // OU ATÉ O RESPONSÁVEL SE APROXIMAR DO VEÍCULO
5 // =====
6
7 // DEFINIÇÃO DOS PINOS
8 #define buzzerPin 23 // PINO LIGADO À BASE DO TRANSISTOR NPN BC337 (VIA RESISTOR 1K)
9 #define buttonPin 18 // PINO DO BOTÃO (LIGADO AO GND)
10
11 // VARIÁVEL DE CONTROLE DO BUZZER
12 bool buzzerLigado = true; // COMEÇA LIGADO
13
14 void setup() {
15     Serial.begin(115200);
16     delay(2000); // PAUSA PARA ESTABILIZAR A SERIAL
17
18     pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

```

Saída Monitor Serial ×

Mensagem (ESP32 Dev Module + Enter para enviar mensagem para 'COM4' em '{2}'

```

⚠️ CRIANÇA OU PET SOZINHO NO VEÍCULO ⚠️
=====
🔔 BUZZER INICIADO
🟢 PRESSIONE O BOTÃO PARA DESLIGAR O SOM.
=====
🔴 BOTÃO PRESSIONADO → BUZZER DESLIGADO

```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Analisando uma circunstância real, decidiu-se pela integração de um botão para desligar o alerta, pois, em locais públicos, o barulho alto poderia causar constrangimento caso seja acionado por longos períodos. Dessa forma, ao perceber

o alerta, o guardião pode desativá-lo por meio de um botão amarelo localizado na superfície do chaveiro. Entretanto, caso o cuidador não se aproxime do veículo dentro do limite pré-definido de 2,5 metros, após 2 minutos o alarme será acionado novamente. Por outro lado, se o responsável se aproximar desse limite, o alarme será desligado automaticamente.

3.9.6 Bateria

Falar do botão de liga desliga, buckbost, indicador de bateria, quanto tempo dura a bateria fala aqui ou outro tópico.

3.10 Modelagem 3D

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS

- ARANHA, Juliana Cintra Miranda de Souza. **Uma contribuição ao estudo de técnicas de estimativa de estado de carga e estado de saúde para baterias de lítio-íon [recurso eletrônico]**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2021. Disponível em:
<https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1164414> Acesso em: 8 out. 2025.
- ARGOUD, Priscila. **Modelagem 3D**. São Paulo: Senac, 2024. E-book.
- ASSIS, Alice; SOUZA, Jéssica Miranda e; CARNEIRO JUNIOR, Jorge Luis; OLIVEIRA, Henrique Buday de. **Uma proposta de construção e utilização de um sensor de presença simplificado**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2015.
- AUTOPAPO. **Ford alerta sobre o perigo de deixar bebês e cachorros trancados no carro**. Belo Horizonte: MG, 2021.
- BARBI, Ivo. **Conversores a capacitor chaveado**. Florianópolis: Edição do Autor, 2019.
- BBC NEWS BRASIL. **Como a ciência explica pais que já esqueceram filhos no carro - e o que fazer para evitar**. São Paulo: SP, 2022.
- BERTOLETI, Pedro. **Conectividade LoRaWAN: fundamentos e prática**. São Paulo: Editora NCB, 2023.
- BRASIL. Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 31 dez. 1940. Disponível em:
<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10623587>. Acesso em: 17 jul. 2025.
- BUENO, João Vinícius. **Desenvolvimento de Rede de Sensores Sem Fio Baseada na Tecnologia Lorawan**. 2021. Dissertação (Programa de Mestrado em Instrumentação Eletrônica) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.
- CALDEIRA, Carolina Albuquerque. **Análise do fornecimento de serviços anciliares por um sistema de armazenamento de energia baseado em bateria em uma**

rede de distribuição. 2020. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18273>. Acesso em: 28 abr. 2025.

CARDOSO, Leandro da Conceição. **Modelagem e Texturização 3D.** 1. ed. São Paulo: InterSaberes, 2022.

CORREIA, Anderson de Oliveira Castro; SOUSA, Cláudio Júnior Neves; PIO, Rafael de Paula Lacerda. **Desenvolvimento de um dispositivo portátil para auxílio a deficientes visuais com detecção ultrassônica de obstáculos.** In: OLIVEIRA, Aline Mara; GUIMARÃES, Osvaldo Sena (Org.). **Engenharia, Gestão e Inovação – Volume 17.** Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024. p. 52–60. Disponível em: https://poisson.com.br/livros/engenharia/gestao_inovacao/volume17/Engenharia_Gestao_vol17.pdf#page=52. Acesso em 30 abr. 2025.

CULKIN, Jody; RAGAN, Sean. **Como usar uma protoboard!.** São Paulo: Novatec Editora, 2018. ISBN: 978-85-7522-665-0.

DE OLIVEIRA, Lucas R.; DA CONCEIÇÃO, Arlindo F.; S. NETO, Lauro P. **Revisão sistemática da literatura sobre aplicações das tecnologias LoRa e LoRaWAN.** 2018. Trabalho Acadêmico. Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2018.

EICHNER, Andre; DA SILVA, Nathan; RIZZETTI, Tiago Antônio. **Definindo um Protocolo de Autenticação Utilizando Bluetooth Low Energy para Dispositivos no Conceito de IOT.** In: ESCOLA REGIONAL DE REDES DE COMPUTADORES (ERRC), 17., 2019, Alegrete. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 97-104.

ELETRÔNICA ÔMEGA. E-book Internet das Coisas para Iniciantes com ESP 32. 1. ed. [S.I.]: Arduino Ômega, 2021. Livro Digital.

FERREIRA, Ana Clara Pereira. **Controlador de carga de baterias utilizando o conversor CC-CC bidirecional Buck-Boost.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, Itumbiara, GO, 2024.

FERREIRA, Brenda Morel Bueno; ANTUNES, Wilker Patrik Carlos. **Estudo e desenvolvimento de gateways e beacons BLE para rastreamento de pessoas**

em ambientes fechados. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. I.], v. 8, n. 4, p. 1329–1342, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i4.5135. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/5135>. Acesso em: 4 set. 2025.

FOWLER, Martin. **UML essencial: um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. 160 p.

FREITAS, Leonardo Marques de; QUEIROZ JÚNIOR, Idalmir de Souza.

Prototipagem e construção de um acoplador para óculos com comunicação Bluetooth para fins de automação industrial e transmissão de dados.

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/5dd2ada3-2283-4815-813d-086f6e6641ff/content>. Acesso em: 04 mai. 2025.

G1. Criança de 3 anos morre após ser esquecida por cerca de 10 horas dentro de carro em SC. Videira: SC, 2025.

G1 Goiás. Menino de 2 anos que morreu após ser esquecido dentro de carro por dona de creche teve hipertermia, conclui polícia. Goiana: GO, 2025.

GUEDES, Gilleanes T. A. **UML 2: uma abordagem prática.** 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2011. 488 p

GUEDES, Gilleanes T.A. **UML 2: Uma Abordagem Prática.** 3. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2018. 496 p.

HOLANDA, João V. A.; LIRA, Filipe A.; JUCÁ, Sandro C. S.. **Dispositivo IoT para Prevenção de Acidentes em Ambientes de Carga utilizando BLE.** In: ENCONTRO UNIFICADO DE COMPUTAÇÃO DO PIAUÍ (ENUCOMPI), 16., 2023, Piripiri/PI. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 130-137. Disponível em:

<https://sol.sbc.org.br/index.php/enucompi/article/view/26626>. Acesso em: 4 set. 2025.

IBM. **Internet das Coisas (IoT).** Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/internet-of-things>. Acesso em: 15 maio 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEITE, Sócrates F et al. **Baterias de íons de lítio: estado da arte e perspectivas futuras.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO, 24., 2024, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Automática, 2024. Disponível em: https://www.sba.org.br/cba2024/papers/paper_8451.pdf. Acesso em: 28 abr. 2025.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas.** Rio de Janeiro: FGV Direito Rio, 2018. 192 p. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/handle/10438/23898>. Acesso em: 16 maio 2025.

MARANGONI, Lauriana. **Estudo comparativo de transistores bipolares de junção de baixa potência.** 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau, Blumenau, 2025.

MATHIAS, Airton; JUNKES, Rafael; VIANA, Carlos Eduardo. **Processamento de sinais de vibração em aerogeradores de pequeno porte e integração com comunicação LoRa.** Revista Unicrea, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 140–171, 2024.

MELO, Ana Cristina. **Desenvolvendo aplicações com UML 2.0.** Rio de Janeiro: Brasport, 2004. 278 p.

METRÓPOLES. **Cadelas morrem em carro de pet shop: “Recebemos cadáver de volta”.** Goiânia: GO, 2024.

METRÓPOLES. **Entenda por que pais exaustos esquecem filhos dentro de carros.** Alagoinha: BA, 2024.

MICROSOFT LEARN. **Projetos do C/C++ e sistemas de build no Visual Studio.** [S.I.]. Microsoft Learn, 2023. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/ptbr/cpp/build/projects-and-build-systems-cpp?view=msvc-170>. Acesso em: 22 maio 2025.

MIRANDA, Lúcio Sant'Anna Purri et al. **Desenvolvimento de um sistema de monitoramento sem fio para a supervisão de sinais de vibração.** In:

CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA E INDUSTRIAL – CONEMI, 21., 2022, Belo Horizonte, MG. Anais do XXI CONEMI - Congresso Internacional de Engenharia Mecânica e Industrial. Belo Horizonte: CREA-MG, 2022.

MORAIS, José V. S. **ESP32 com IDF - O Guia Profissional**. São Paulo: INSTITUTO NEWTON C BRAGA, 2023. 181 p. ISBN 978-85-9568-073-9.

MOREIRA, Lucas Tadeu de Carvalho; JESUS, Lucas Barreto de. **Aplicabilidade do monitoramento remoto de utilidades em um ambiente controlado**. 2023.

Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2023. Disponível em:

<https://www.repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=565105&tipoMidia=0>. Acesso em: 20 maio 2025.

NUNES, Eduardo *et al.* **Sistemas embarcados: comunicação via ESP32 com LoRa**. Brazilian Technology Symposium, v. 1, 2022. ISSN 2447-8326.

OLIVEIRA, Ana Claudia de *et al.* **Protótipo de monitoramento de nível para reservatório com célula de carga**. Anais da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) do IFS, v. 2, n. 1, p. 710–714, 2020.

OLIVEIRA, Sérgio de. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi**. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2021.

O TEMPO. **Síndrome do bebê esquecido: como prevenir tragédias**. AutoTempo, Belo Horizonte, MG, 2023. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/autotempo/sindrome-do-bebe-esquecido-como-prevenir-tragedias-1.3252624>. Acesso em: 04 mai. 2025.

PAIXÃO, Leonardo Henrique da Silva; SANTOS, Rafael Ferreira dos; ALMEIDA, Eugênio Sper de. **Integração de sensores de carga e tecnologia IoT em armazéns industriais**. Revista H-Tec: Humanidades e Tecnologia, v. 5, Edição Especial EIC 2021, p. 6-229, nov. 2021.

PAULA, Abner Fernandes de. **Análise da utilização de baterias de íons de lítio em equipamentos de movimentação logística: uma perspectiva técnica e financeira.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, Juiz de Fora, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/17543>. Acesso em: 8 out. 2025

PESSE, Lucas Pereira. **Desenvolvimento de um sistema de monitoramento de carga de baterias de íons de lítio utilizando Arduino.** Universidade Federal de Pernambuco, 2022. Disponível em:
<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/52179/1/TCC%20LUCAS%20PEREIRA%20PESSE.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2025.

PLATT, Charles. **Eletrônica para Makers: Um manual prático para o novo entusiasta de eletrônica.** São Paulo: Novatec Editora, 2016. ISBN: 978-85-7522-525-7.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de Software.** 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021.

RALL, Ricardo; LEITE, Luan Guilherme da Silva; MIRANDA, Davi Rodrigo de. **Protótipo de domótica com microcontrolador ESP32.** Revista EduFatec: educação, tecnologia e gestão, v. 2, n. 6, p. 16–31, ago.–dez. 2023.

S2F. **Manual de Sensores e Atuadores.** São Paulo: S2F, 2021. Disponível em: https://s2f.com.br/livros/Manual_Sensores_Atuadores.pdf. Acesso em: 27 abr. 2025.

SANTOS, Gabriel Alexandre dos; CAMPOS, Thiago Prado; SILVA, Fernando Henrique Gorski; BORSATO, Carlos Roberto; PORTES, Graziella dos Santos. **Aplicação do Arduino UNO em sistemas de automação residencial.** 2021. Artigo – Centro Universitário Campo Real, Campo Real, 2021.

SCHILDT, Herbert. **C++ guia para iniciantes.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2002. 644 p.

STUHLER, Jackson. **Utilização de MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems – sistemas microeletromecânicos) para aplicações de circuitos de baixo custo de movimentação e sensoriamento.** Metodologias e Aprendizado, [S. l.], v. 5, p. 82–91, 2022. DOI: 10.21166/metapre.v5i.2696. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/metapre/article/view/2696>. Acesso em: 28 abr. 2025.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P.U.B. de. (2011) **Sensores Industriais:**

Fundamentos e Aplicações. 8. Ed. p.113. Brasil. Editora Érica.

CULKIN, Jody; RAGAN, Sean. **Como usar uma protoboard!.** São Paulo: Novatec Editora, 2018. ISBN: 978-85-7522-665-0.

TORRES, Gabriel. **Eletrônica para autodidatas, estudantes e técnicos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Clube do Hardware, 2018. 478 p. ISBN 978-85-903945-9-2.