

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

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

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
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS.....	39

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.

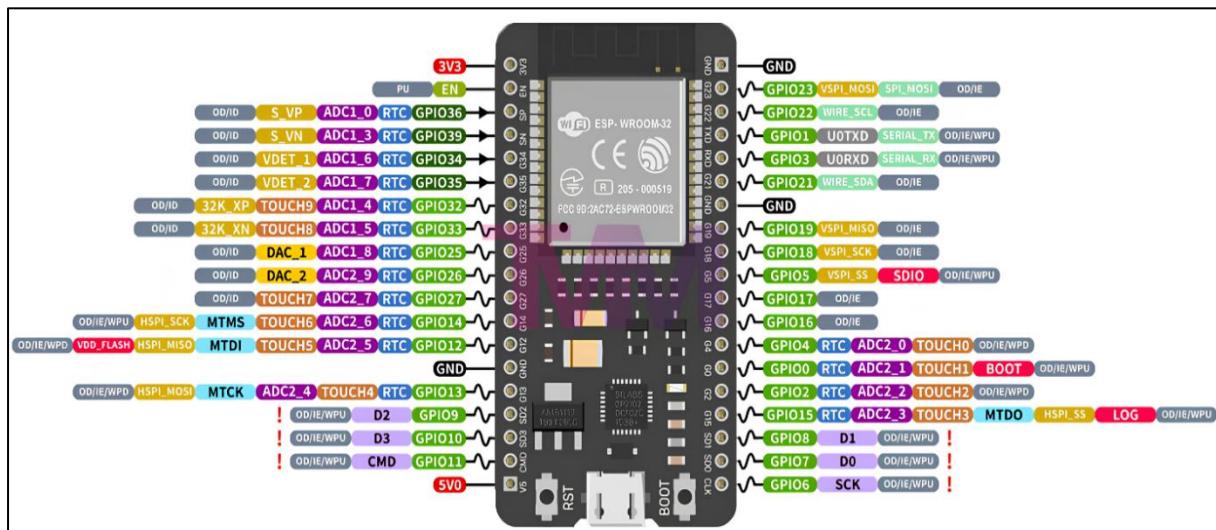
2.4 ESP32

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.

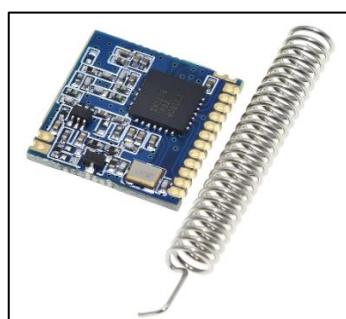
2.5 LoRa Módulo Transceptor

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.

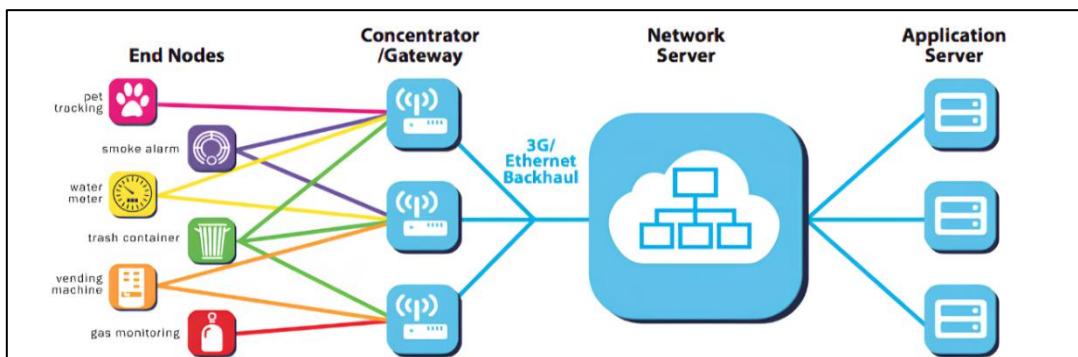
2.5.1 LoRaWAN: Protocolo de Comunicação em Redes LoRa

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

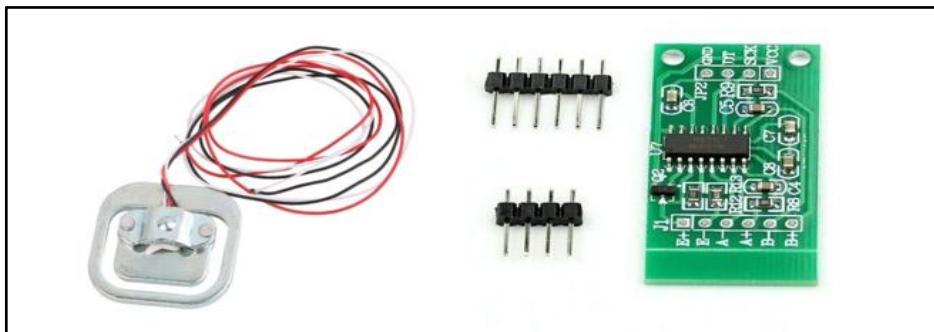
As células de carga sofrem deformações em sua estrutura metálica causadas pelo peso aplicado, a partir disso, seu funcionamento se baseia na variação de resistência ôhmica captada por um extensômetro (strain-gauge), caracterizando em uma variação que é medida e, depois, convertida em sinal elétrico proporcional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

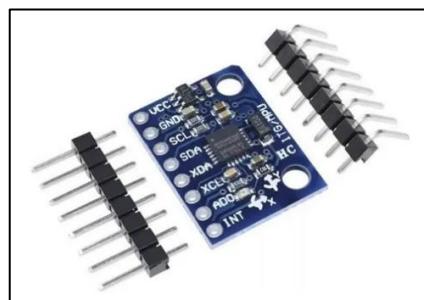
2.7 Sensor MPU6050

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



Fonte: Robocore, 2025.

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.

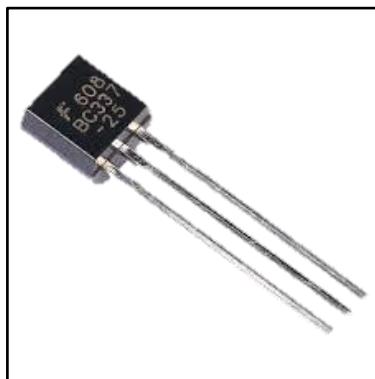
2.9 Transistor de Controle

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



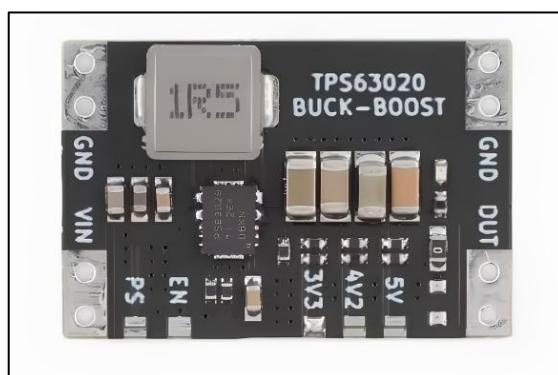
Fonte: FECOMP, 2018.

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).

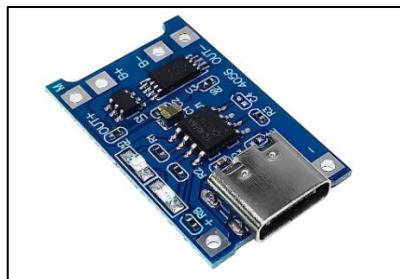
Conforme descrito por Pesse (2022), arquitetado e fabricado pela empresa chinesa Nanjing Top Power ASIC Corp., o TP4056 é um dispositivo integrado que opera com uma tensão de entrada de 5V e fornece uma corrente de carga ajustável, geralmente configurada para 1 ampere.

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



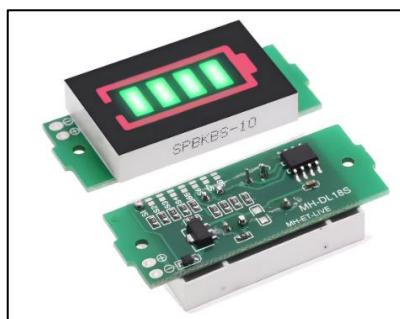
Fonte: Arduino e Cia, 2024.

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

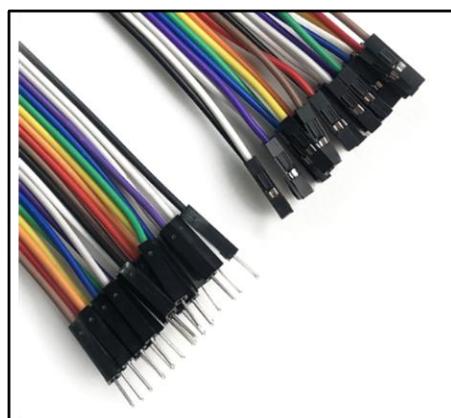


Fonte: Robocore, 2025.

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.

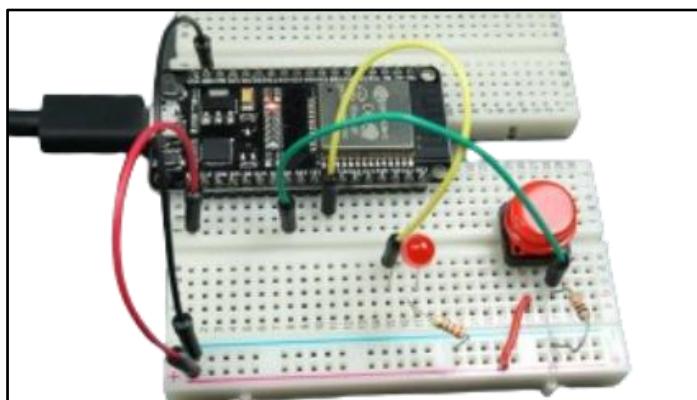
Figura 13 - Jumpers



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



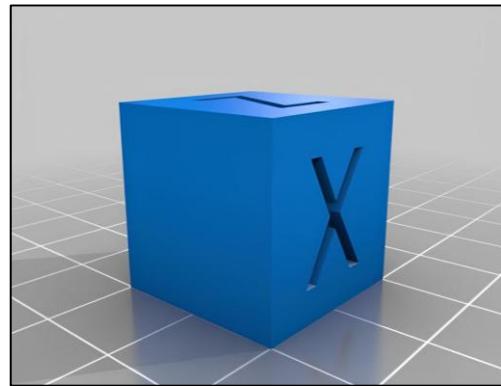
Fonte: Random Nerd Tutorials, 2025.

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.

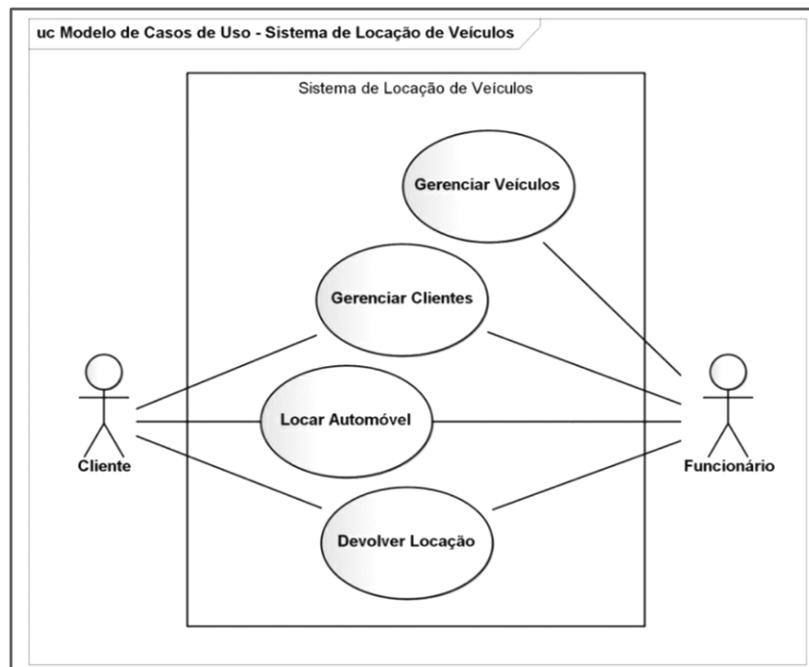
2.16.1 Diagrama de Casos de Uso

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.

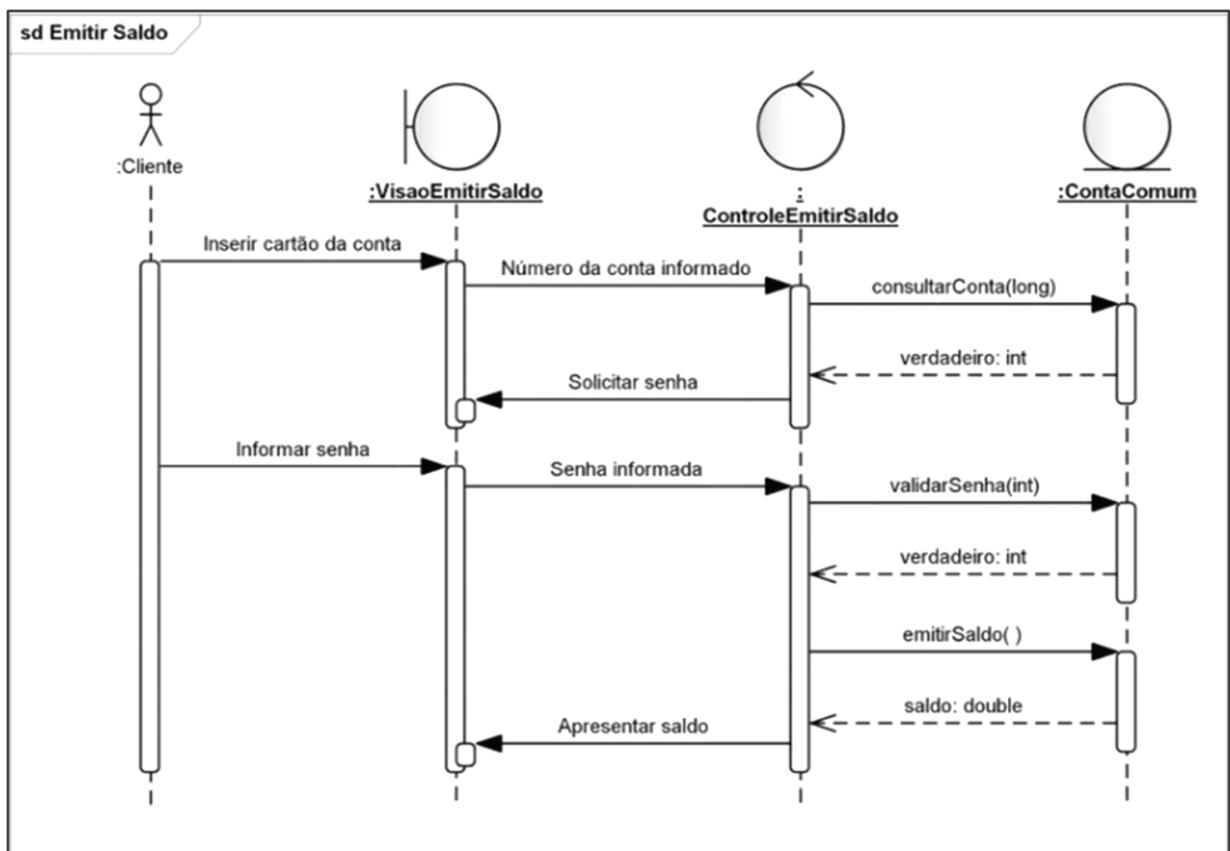
2.16.3 Diagrama de Sequência

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;

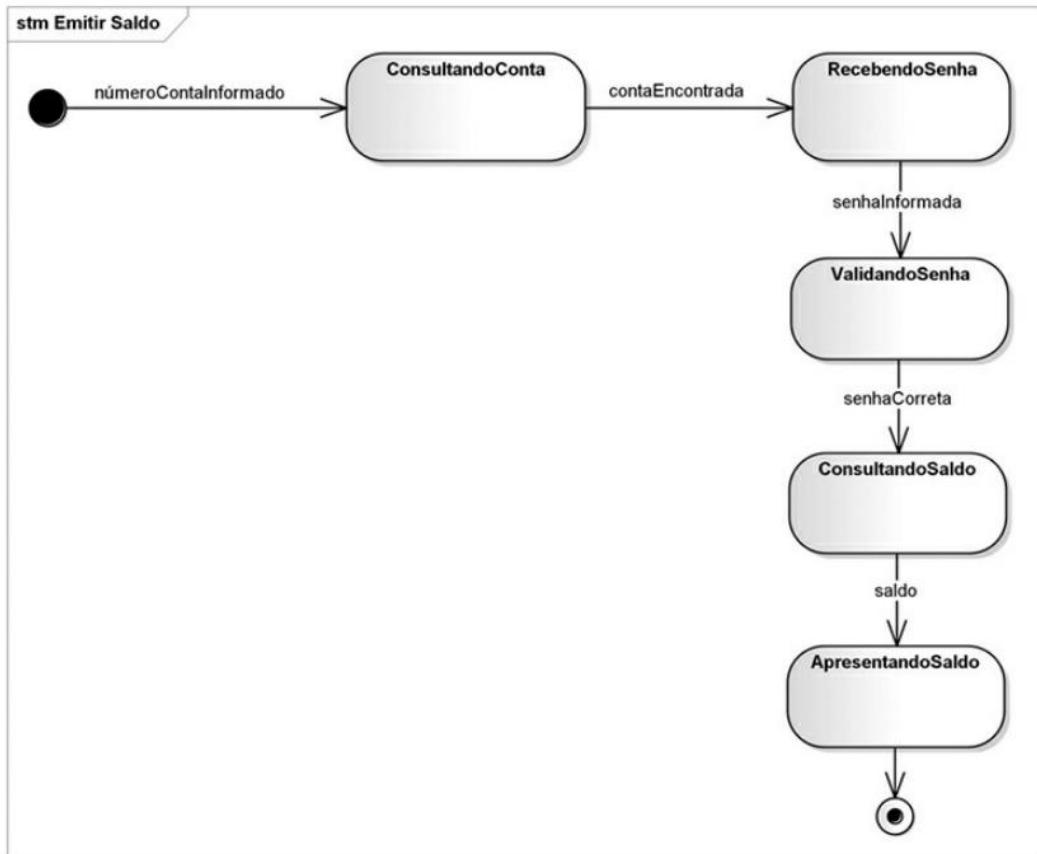
- Lifelines: representam a instância de um objeto ou ator ao longo da execução de um cenário específico. É denotada por uma linha vertical tracejada junto a um retângulo contendo o identificador do objeto;
- Classes de Boundary e de Controle: lifelines podem representar instâncias de diferentes tipos 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;

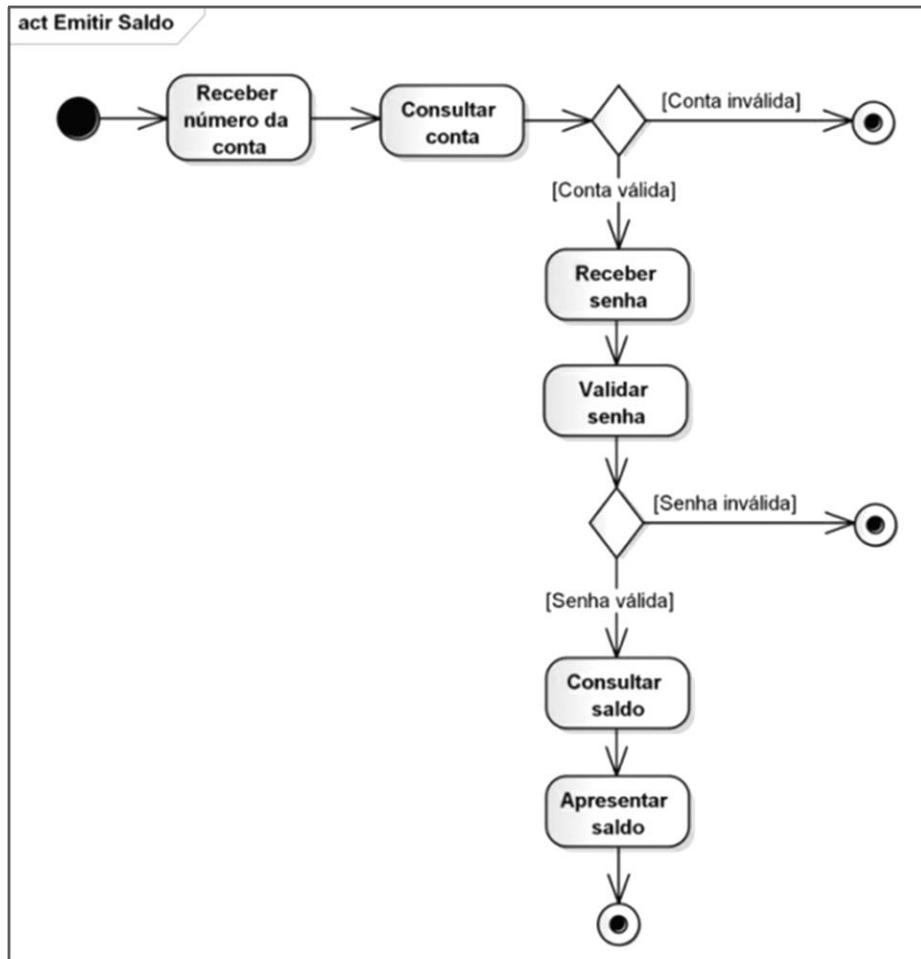
- Atividades Internas: indicam as ações executadas dentro do sistema, classificadas em:
 - Entry: ação que ocorre assim que o estado é ativado;
 - Exit: realizada no momento em que o estado é encerrado;
 - Do: representa uma ação contínua, mantida enquanto o estado permanece ativo.
- Pseudoestado de 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

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.