



Davi Sampaio Souza Almeida
Gabriella Teixeira de Souza Sampaio
Gustavo Figueiredo Martines
Miguel Dias dos Santos
Vittoria Pereira Lopes

**SISTEMA DE ALERTA DE ENCHENTES EM PONTOS
ESPECÍFICOS**

Solução para falta de informação

Orientador Prof. Graciete Henriques Dos Santos, Kleyton
Sartori Leite e Israel Nuncio Dias Lucania.

Mongaguá

07/2026

Davi Sampaio Souza Almeida
Gabriella Teixeira de Souza Sampaio
Gustavo Figueiredo Martines
Miguel Dias dos Santos
Vittoria Pereira Lopes

**SISTEMA DE ALERTA DE ALAGAMENTO EM PONTOS
ESPECÍFICOS**

Solução para falta de informação

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Técnica Adolpho
Berezin, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Técnico em Informática
Orientadores: Prof.: Graciete Henriques Dos
Santos e Kleyton Sartori Leite

Mongaguá
07/2026

Dedicamos

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares e aos professores Graciete Henriques dos Santos, Kleyton Sartori Leite e Israel Nuncio Dias Lucania, pelo amor, apoio e incentivo constantes ao longo da nossa trajetória acadêmica. Sem vocês, esta conquista não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todos que fizeram parte desta jornada.

Gostaríamos de agradecer nossos meus familiares, por acreditarem mesmo nos momentos de dificuldade, oferecendo apoio, carinho e incentivo para que não desistimos dos nossos objetivos.

Aos nossos amigos e colegas, pela companhia, pelas trocas de conhecimento e pelos momentos de descontração que ajudaram a tornar essa caminhada inesquecível.

Aos nossos orientadores e professores, em específico a Prof.^a Graciete Henriques dos Santos, Prof. Kleyton Sartori Leite e Prof. Israel Nuncio Dias Lucania, pela orientação, dedicação e por compartilharem conhecimentos essenciais para nossa formação.

Finalmente, agradecemos a todos que, de alguma forma, participaram desta conquista. Este trabalho representa não apenas um objetivo alcançado, mas também o resultado do apoio e da colaboração de muitas pessoas.

"Fique de vez em quando só, senão você será submergido. Até o amor excessivo dos outros pode submergir uma pessoa."

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de alerta de alagamentos em pontos específicos do município de Mongaguá, visando reduzir os impactos causados pelas enchentes e fornecer informações em tempo real para a população e órgãos responsáveis.

A solução proposta utiliza sensores de nível de água conectados a um microcontrolador ESP32, responsável por monitorar continuamente áreas sujeitas a alagamentos. Quando o nível da água ultrapassa limites pré-estabelecidos, o sistema envia informações para um servidor, que processa os dados e disponibiliza alertas por meio de uma plataforma web e notificações enviadas via WhatsApp ou SMS aos usuários cadastrados.

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizadas tecnologias de hardware e software, incluindo ESP32, sensor ultrassônico HC-SR04, C++, HTML, CSS, JavaScript, PHP e MySQL. Além disso, foi construída uma maquete funcional para simular situações reais de alagamento e validar o funcionamento do sistema.

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da solução proposta, evidenciando seu potencial para auxiliar a população na prevenção de riscos, no planejamento de deslocamentos e na tomada de decisões durante períodos de chuvas intensas. Dessa forma, o projeto contribui para a aplicação da tecnologia em benefício da segurança pública e da qualidade de vida da comunidade.

PALAVRAS-CHAVES:

Sistema de Alerta de Alagamentos; Monitoramento de Alagamentos; ESP32; Internet das Coisas (IoT); Segurança Pública.

ABSTRACT

This project aims to develop a flood warning system for specific locations in the municipality of Mongaguá, with the purpose of reducing the impacts caused by flooding and providing real-time information to both the population and responsible authorities.

The proposed solution uses water level sensors connected to an ESP32 microcontroller, which continuously monitors areas prone to flooding. When the water level exceeds predefined limits, the system sends information to a server that processes the data and provides alerts through a web platform, as well as notifications sent via WhatsApp or SMS to registered users.

The project was developed using both hardware and software technologies, including the ESP32 microcontroller, HC-SR04 ultrasonic sensor, C++, HTML, CSS, JavaScript, PHP, and MySQL. In addition, a functional prototype model was built to simulate real flooding situations and validate the system's operation.

The results obtained demonstrate the feasibility of the proposed solution, highlighting its potential to assist the population in risk prevention, travel planning, and decision-making during periods of heavy rainfall. Therefore, the project contributes to the application of technology for the benefit of public safety and the improvement of the community's quality of life.

KEY WORDS:

Flood Warning System; Flood Monitoring; ESP32; Internet of Things (IoT); Public Safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Logo da Equipe	31
Figura 2 - Logo do Projeto	31

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	NICHO DE MERCADO DO PROJETO.....	14
	2.1. População de Mongaguá residente em áreas propensas a alagamentos	14
	2.2. Problema do Cliente.....	14
	2.3 Solução Proposta.....	14
3.	TECNOLOGIAS UTILIZADAS	16
	3.1 Hardware.....	16
	3.1.1 Microcontrolador	16
	3.1.2 Sensor de nível de água.....	16
	3.1.3 Componentes	17
	3.2 Software	17
	3.2.1 C++	17
	3.2.2 HTML (<i>HyperText Markup Language</i>)	18
	3.2.3 CSS (<i>Cascading Style Sheets</i>).....	18
	3.2.4 JAVASCRIPT	19
	3.2.5 PHP (<i>Hypertext Preprocessor</i>)	20
	3.2.6 MySQL.....	20
4.	COMPONENTES.....	22
	4.1 ESP 32	22
	4.2 Sensor Ultrassônico HC-SR04.....	23
	4.3 Protoboard	24
	4.4 Resistor	24
	4.5 Conectores.....	25
	4.6 LED	26
	4.7 Fonte de energia	26

4.8 Maquete	27
4.9 Custo do protótipo	28
4.9.1 Tabela 1 – Estimativa de custos do protótipo	28
5. EMPRESA	30
5.1 Missão	30
5.2 Visão	30
5.3 Valores	30
5.4 Logos	31
5.4.1 Logo da Equipe	31
5.4.2 Logo do Projeto	31
5.4.3 Slogan da Empresa e do Projeto	31
6. ANÁLISE	32
6.1. Descrição das Funcionalidades	32
6.2. MER – Modelo do Banco de Dados	33
6.3. Create do Banco de Dados	34
6.4 Principais Selects do Banco de Dados.....	34
6.5. Wareframe das Telas	35
6.6 Prints das Telas.....	40
6.7. Trecho do Código Fonte.....	46
6.7.1. Configuração de Pinos e Variáveis	46
6.7.2. Função de Medição de Distância.....	47
6.7.3. Cálculo da Porcentagem do Nível de Água	47
6.7.4. Envio dos Dados ao Servidor	48
6.7.5. Loop Principal	48
6.7.6. Mapa.....	49
7. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	51
7.1. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES	51

7.2. Montagem do Circuito	51
7.3. Calibração	56
7.4. Programação.....	57
7.5. Resultados do Projeto	58
7.6. Resultados das medidas	59
8. MANUAL DO USUÁRIO:	60
8.1 Apresentação do Sistema	60
8.2 Requisitos para Utilização.....	60
8.3 Acesso ao Sistema.....	60
8.4 Cadastro de Usuário.	60
8.5 Página Inicial	61
8.6 Mapa de Pontos Monitorados	61
8.7 Recebimento de Alertas	61
8.8 Gerenciamento de Perfil.....	61
8.9 Política de Privacidade e Termos de Uso	62
8.10 Encerramento da Sessão	62
8.11 Suporte ao Usuário	62
9. CONCLUSÃO	63
10. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	65

1. INTRODUÇÃO

Alagamentos urbanos são um problema recorrente em diversas cidades brasileiras e representam um risco à segurança da população, além de causar prejuízos materiais e ambientais. Em muitos municípios, a falta de sistemas de drenagem adequados, a ausência de manutenção em bueiros e valas e o descarte incorreto de resíduos agravam a situação.

No município de **Mongaguá**, localizado no litoral sul de São Paulo, esses eventos são frequentes, especialmente durante períodos de chuva intensa. A falta de informações em tempo real sobre o aumento do nível da água em áreas críticas dificulta a tomada de decisões pelos moradores e órgãos públicos. Diante desse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de um **sistema de alerta de alagamentos** que utilize **sensores conectados a uma plataforma ESP32**, capaz de monitorar o nível da água e enviar **alertas automáticos ao nosso sistema (software) e também via WhatsApp ou SMS** às pessoas que se cadastrarem, oferecendo uma solução tecnológica e acessível para a prevenção de riscos.

Dessa forma, este estudo busca unir tecnologia e segurança pública em prol da população, apresentando uma proposta prática e de fácil implementação. A seguir, será apresentado o nicho de mercado em que o projeto se insere, bem como as informações sobre o público atendido, o problema identificado e a solução proposta.

2. NICHOS DE MERCADO DO PROJETO

A falta de manutenção nos bueiros e valas é um grande problema, causando o acúmulo de água e dificultando seu fluxo natural e aumentando a incidência de alagamentos em Mongaguá. Nosso objetivo é alertar a população que sofre com esse problema em sua rua ou trajeto diário.

2.1. População de Mongaguá residente em áreas propensas a alagamentos

O público-alvo deste projeto é a população de Mongaguá, cidade do litoral sul de São Paulo, que sofre frequentemente com alagamentos durante períodos de chuva intensa. Um exemplo dos pontos críticos é a área em frente à Etec Adolpho Berezin, onde o relevo e o sistema de drenagem favorecem o acúmulo de água.

2.2. Problema do Cliente

Mongaguá apresenta falhas nos sistemas de drenagem e escoamento, com bueiros entupidos, valas malconservadas e resíduos acumulados que impedem o fluxo natural da água.

Os rios Aguapeú e Bichoró sofrem com o bloqueio causado por vegetação e lixo, o que contribui para transbordamentos durante chuvas intensas (MONGAGUÁ, 2025). Essa situação provoca prejuízos, a falta de alertas locais e em tempo real faz com que a população não tenha como se prevenir ou evitar trajetos alagados.

Embora exista o sistema de alertas da Defesa Civil, este cobre áreas muito amplas e não fornece dados localizados, o que reforça a necessidade de uma solução mais específica e de alcance municipal. (DEFESA CIVIL. 2025)

2.3 Solução Proposta

A solução desenvolvida neste trabalho consiste em um sistema de monitoramento de alagamentos com sensores de nível de água conectados à plataforma ESP32, que enviará alertas automáticos ao nosso sistema (software) e/ou via WhatsApp ou SMS às pessoas que se cadastrarem e aos órgãos responsáveis.

Os sensores serão instalados discretamente em postes ou estruturas urbanas, evitando furto e vandalismo, de forma semelhante a radares de trânsito. O projeto tem

como diferencial o alcance local, possibilitando à população informações diretas sobre a situação de sua própria rua, e não apenas de toda a cidade.

3. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

3.1 Hardware

3.1.1 Microcontrolador

O projeto consiste em utilizar um microcontrolador configurado para realizar atividades automatizadas relacionadas ao monitoramento de áreas sujeitas a alagamentos, principalmente o envio do alerta via internet.

Um microcontrolador (MCU) constitui, essencialmente, um computador completo em um único circuito integrado. Projetado para gerenciar tarefas dedicadas dentro de um sistema embarcado, sem a necessidade de um sistema operacional complexo. Esses dispositivos integram núcleo de processamento (CPU), memórias (RAM e memória não volátil para firmware) e periféricos de entrada/saída como temporizadores, contadores, conversores analógico-digital e interfaces de comunicação. (Schneider, Josh. Smalley, Ian. 2025)

Ao juntar todos os componentes em um único chip, os microcontroladores são próprios para aplicações de processamento em tempo real, com requisitos de resposta imediata a eventos externos, controle direto de sensores e atuadores, baixo consumo de energia e custo reduzido. O que necessitamos para enviar o sinal ao sistema.

3.1.2 Sensor de nível de água

O protótipo desenvolvido neste projeto faz uso de um sensor de nível de água conectado ao microcontrolador, responsável por realizar a leitura e interpretação dos sinais do aumento do nível de água. Esse conjunto tem como principal objetivo monitorar variações no nível de água e identificar situações que estejam fora dos padrões esperados.

O sensor detecta o nível anormal da água e converte essas informações em sinais analógicos ou digitais. Esses sinais são então processados pelo microcontrolador, que analisa os valores capturados e toma decisões programadas, no caso sendo enviado o alerta ao servidor e, conseqüentemente, ao nosso sistema e acendendo o led do

No protótipo experimental, foi utilizado um sensor ultrassônico de nível de água, entretanto, para uma aplicação prática em ambiente real, recomendamos a utilização

de sensores maiores, conforme descrito nas especificações técnicas dos componentes do projeto. Esses sensores apresentam maior precisão, durabilidade e resistência a condições adversas, além de oferecerem isolamento elétrico e proteção contra interferências externas (Eletrogate,. 2025).

3.1.3 Componentes

Utilizamos uma série de componentes de hardware, responsáveis pela captação de dados, processamento de informações, sinalização e alimentação elétrica do circuito que é composto além do microcontrolador e do sensor de nível de água, utilizamos também pelos LEDs indicadores, utilizados para representar visualmente o envio dos alertas e o funcionamento do circuito, uma *protoboard*, que permite conexões temporárias e seguras entre os componentes, utilizando *jumpers* e conectores para a interligação das partes do circuito. A alimentação elétrica é fornecida por um *notebook*, através de um cabo USB, que além de energizar o sistema também possibilita a comunicação com o *software* desenvolvido. Os resistores complementam o circuito, assegurando a proteção dos demais componentes contra sobrecorrente.

Para representar o ambiente de aplicação do projeto, foi construída uma maquete física, composta por uma base plástica, miniaturas ilustrativas e um pequeno ralo para escoamento da água, simulando as condições de alagamento.

3.2 Software

3.2.1 C++

A linguagem C++ é amplamente utilizada em aplicações que exigem alto desempenho e processamento em tempo real, devido à sua eficiência e controle direto sobre os recursos de hardware. Essa característica a torna ideal para a programação de sistemas embarcados, como microcontroladores e dispositivos de automação, que necessitam de respostas rápidas e precisas para o funcionamento correto.

Aplicações que exigem processamento em tempo real, como sistemas de trading de alta frequência, softwares de controle industrial e sistemas de realidade aumentada e virtual, também dependem de C++.

A linguagem oferece a precisão e a velocidade necessárias para operar em ambientes onde milissegundos podem fazer uma grande diferença. (RODRIGUES, 2024).

A linguagem possibilita o controle direto dos componentes eletrônicos e a integração com bibliotecas específicas, garantindo confiabilidade e estabilidade ao sistema.

Além disso, por ser uma linguagem de propósito geral e de baixo nível, o C++ permite otimizar o consumo de memória e o tempo de execução, aspectos fundamentais em dispositivos com recursos limitados, como o ESP32. Dessa forma, o uso do C++ no projeto contribui para a eficiência do monitoramento e para o funcionamento em tempo real das funcionalidades implementadas. (RODRIGUES, 2024).

3.2.2 HTML (*HyperText Markup Language*)

A interface para o projeto foi desenvolvida na linguagem de marcação HTML, que possibilita a criação de páginas web para conectividade com o servidor e respectivamente com o microcontrolador. É a linguagem responsável pela estrutura e organização dos elementos de uma página web, atribuindo significado e funcionalidade a cada componente (HILLMAN, 2023).

No contexto do projeto, o microcontrolador se comunica com o servidor web e o HTML interpreta de forma visual o sinal. Dessa forma, o usuário pode visualizar as informações coletadas pelos sensores, como o nível de água e alertas de alagamento, diretamente pela página web. (EngEasier. 2023)

3.2.3 CSS (*Cascading Style Sheets*)

O CSS é uma linguagem utilizada para definir o layout, aparência e formatação dos elementos estruturados em HTML (*HyperText Markup Language*). Sua principal finalidade é separar a camada de conteúdo da camada de apresentação, permitindo que o código HTML se concentre na estrutura semântica das informações, enquanto o CSS gerencia aspectos visuais e de design (EBAC. 2023).

Essa separação torna o sistema mais organizado, escalável e de fácil manutenção, pois alterações visuais podem ser realizadas sem a necessidade de modificar o conteúdo estrutural das páginas. Além disso, o CSS promove a reutilização de estilos por meio de classes e seletores, o que reduz redundâncias e aumenta a eficiência do desenvolvimento.

O CSS também é fundamental para garantir a responsividade das interfaces, ou seja, a capacidade de adaptação automática do layout a diferentes tamanhos e

resoluções de tela — característica essencial em sistemas acessados tanto por computadores quanto por dispositivos móveis.

Outra vantagem significativa é a melhoria da acessibilidade, uma vez que a correta utilização de estilos e contrastes visuais facilita a leitura e navegação por pessoas com deficiências visuais. No contexto deste projeto, o CSS foi empregado para padronizar a identidade visual, definir paletas de cores, tipografia, margens, posicionamento de componentes e animações leves, tornando a experiência do usuário mais agradável e intuitiva.

3.2.4 JAVASCRIPT

O JavaScript é uma linguagem de programação interpretada, de tipagem dinâmica e multiparadigma, amplamente utilizada no desenvolvimento de aplicações web interativas. É considerada uma das três principais tecnologias da web, juntamente com o HTML e o CSS, sendo responsável por adicionar dinamismo e lógica de funcionamento às páginas.

Originalmente projetado para ser executado no navegador, o JavaScript permite a manipulação do DOM (*Document Object Model*), ou seja, a estrutura de elementos do HTML, possibilitando atualizações de conteúdo e comportamento sem a necessidade de recarregar a página. Essa característica o torna essencial para o desenvolvimento de interfaces responsivas e interativas.

Atualmente, o *JavaScript* também é amplamente utilizado no *Back-end*, especialmente por meio do ambiente Node.js, o que o torna uma linguagem *full stack*, capaz de atuar tanto no cliente quanto no servidor. Essa dualidade permite criar sistemas completos utilizando uma única linguagem, facilitando a integração entre as camadas da aplicação (EBAC. 2023).

No projeto em questão, o *JavaScript* é empregado para implementar funcionalidades interativas na página web, como validações de formulários, exibição de alertas de enchente, atualização dinâmica de informações e manipulação de eventos do usuário.

A linguagem atua no *Front-end*, comunicando-se com o servidor via PHP para receber e exibir os dados provenientes do microcontrolador e do banco de dados. Dessa forma, o *JavaScript* não realiza operações diretas no banco de dados, mas contribui para tornar a interface mais responsiva e informativa, exibindo em tempo real as leituras enviadas pelo dispositivo.

A escolha pelo JavaScript se deve à sua versatilidade, ampla compatibilidade com navegadores e integração facilitada com tecnologias web como *PHP* e *CSS*, garantindo uma experiência de uso fluida e dinâmica.

3.2.5 PHP (*Hypertext Preprocessor*)

É uma linguagem de programação interpretada, executada no lado do servidor (*server-side*), amplamente utilizada para o desenvolvimento de aplicações web dinâmicas. Sua principal função é processar as regras de negócio e gerar conteúdo dinâmico que será enviado ao navegador do usuário.

O PHP é capaz de se integrar diretamente com o HTML, permitindo a criação de páginas híbridas que contêm tanto estrutura estática quanto trechos de código que executam operações lógicas, cálculos e consultas ao banco de dados. Essa característica o torna ideal para sistemas que demandam interação constante com dados armazenados, como cadastros, autenticações e relatórios (PHP, 2025).

No projeto em desenvolvimento, o PHP é responsável por estabelecer a conexão com o banco de dados MySQL, receber os dados enviados pelo microcontrolador e disponibilizá-los para o site. Ele também processa as informações de cadastro dos usuários, armazenando-as de forma segura no banco de dados.

O PHP trabalha em conjunto com o *JavaScript* e o *HTML* para atualizar as informações exibidas no navegador, permitindo que o usuário visualize em tempo real o status das áreas monitoradas.

Essa integração garante o funcionamento correto do sistema de alerta, sem necessidade de recarregar manualmente a página.

A escolha pelo PHP se deve à sua maturidade tecnológica, segurança, flexibilidade e à ampla adoção em ambientes de hospedagem, o que o torna uma solução consolidada e eficiente para aplicações web de pequeno e médio porte.

3.2.6 MySQL

Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) que armazena as informações das pessoas que se inscreverem em nosso sistema para receberem os alertas

O MySQL é um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional (SGBDR) desenvolvido originalmente pela empresa sueca MySQL AB e atualmente mantido pela Oracle Corporation. É um dos bancos de dados mais utilizados no

mundo, sendo amplamente adotado em sistemas web, corporativos e acadêmicos devido à sua confiabilidade, desempenho e facilidade de uso.

O MySQL utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language*) para definição e manipulação dos dados, permitindo a criação de tabelas, relacionamentos, consultas e transações de forma estruturada. Sua arquitetura é baseada no modelo cliente-servidor, o que possibilita conexões simultâneas e seguras entre múltiplos usuários e aplicações (ERICKSON, 2024).

No contexto deste projeto, o MySQL é responsável por armazenar todas as informações essenciais do sistema, como dados de usuários, registros de inscrição e os alertas recebidos pelo sensor, garantindo a integridade e consistência dos dados. A integração com o PHP é realizada por meio de bibliotecas nativas (como MySQLi e PDO), que oferecem alto desempenho nas operações de leitura e escrita.

4. COMPONENTES

4.1 ESP 32

O projeto consiste em utilizar um microcontrolador configurado para realizar atividades automatizadas relacionadas ao monitoramento de áreas sujeitas a alagamentos.

O ESP32 é altamente integrado com interruptores de antena embutidos, balun de RF, amplificador de energia, amplificador de recepção de baixo ruído, filtros e módulos de gerenciamento de energia. (ESPRESSIF, 2025)

Dessa forma, o ESP32 será o principal componente do projeto, atuando como microcontrolador responsável pela coleta e transmissão dos dados obtidos pelos sensores instalados nas áreas de risco.

Pode funcionar como um sistema autônomo completo ou como um dispositivo escravo de um MCU host, reduzindo a sobrecarga da pilha de comunicação no processador principal da aplicação. O ESP32 pode interagir com outros sistemas para fornecer funcionalidade Wi-Fi e Bluetooth. (ESPRESSIF, 2025)

O ESP32-wroom-32 é um microcontrolador de baixo custo com baixo consumo de energia, projetado para aplicações de Internet das Coisas (IoT) e sistemas de comunicação sem fio. Equipado com recursos avançados, o ESP32 integra conectividade Wi-Fi e Bluetooth, um controlador de Ethernet, interfaces para câmeras e displays LCD, bem como múltiplas interfaces de comunicação periférica, incluindo I2C, SPI e UART. O dispositivo também oferece um grande número de pinos GPIO, permitindo a expansão de hardware. Inicialmente, o ESP32 suporta diversos protocolos de segurança, como WPA/WPA2 e TLS/SSL.

Possui 448 KB de memória ROM (memória apenas leitura, não volátil) para inicialização do sistema, 520 KB de memória SRAM (memória volátil de alta velocidade) e 8 KB de SRAM no RTC, além de suporte para 4 MB de memória Flash SPI.

O processador Xtensa LX6 dual-core de 32 bits, operando a até 240 MHz, garante excelente capacidade de processamento. O módulo é compatível com Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n (2,4 GHz, até 150 Mbps) e Bluetooth v4.2 BR/EDR e BLE, suportando recursos como A-MPDU/A-MSDU aggregation, AFH, CVSD e SBC.

Dispõe de até 32 GPIOs, além de interfaces UART, SPI, I²C, I²S, PWM, SDIO, ADC, DAC e TWAI® (compatível com ISO 11898-1, CAN 2.0), ampliando sua

versatilidade em projetos. A alimentação do módulo varia de 3,0 V a 3,6 V DC, com temperatura de operação entre -40°C e 85°C . (Espressif. ESP32-WROOM-32, 2025)

O microcontrolador pode ser programado por meio da plataforma Arduino ou do ESP-IDF (*Espressif IoT Development Framework*), que é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) nativo da Espressif. Além disso, o ESP32 é compatível com outras plataformas de desenvolvimento, como MicroPython e Lua, proporcionando flexibilidade no desenvolvimento de aplicações.

O ESP32 é muito utilizado em projetos de IoT, variando de sensores simples a sistemas mais complexos, com capacidades de comunicação e conectividade com a internet. (Espressif, 2025)

Essas características tornam o módulo uma plataforma versátil e eficiente para o desenvolvimento de aplicações embarcadas conectadas.

4.2 Sensor Ultrassônico HC-SR04

O projeto na prática utilizaria um sensor ultrassônico como principal componente para monitorar a distância entre o solo e o nível da água, possibilitando a detecção de possíveis alagamentos em áreas de risco. Este sensor funciona emitindo ondas sonoras que, ao refletirem na superfície da água, permitem calcular a altura do nível detectado.

Em uma aplicação real, o sensor ultrassônico assumirá a função principal de medir com maior precisão a distância e o aumento do nível da água em locais abertos, tornando o sistema mais robusto e adequado para o monitoramento de enchentes.

O sensor ultrassônico de distância HC-SR04 é um módulo eletrônico desenvolvido para medições precisas de distância por meio da reflexão de ondas sonoras de alta frequência. O dispositivo opera dentro de um intervalo de detecção de 2 cm a 400 cm, apresentando alta precisão e baixo custo, características que o tornam amplamente empregado em aplicações de automação, robótica e sistemas embarcados.

O módulo integra em sua estrutura um transmissor (emissor) e um receptor (sensor de eco) ultrassônicos, além de dispor de quatro pinos de conexão: VCC, Trigger, Echo e GND. A tensão de operação típica é de 5 V DC, com corrente média de 15 mA. O sensor possui um ângulo efetivo de detecção de aproximadamente 15° , garantindo medições confiáveis dentro desse campo de visão. (ELETROGATE, 2022)

$\text{Distância} = [\text{Tempo ECHO em nível alto} * \text{Velocidade do Som}] / 2$; A velocidade do som poder ser considerada idealmente igual a 340 m/s, logo o resultado é obtido em metros se considerado o tempo em segundos. Na fórmula, a divisão por 2 deve-se ao fato de que a onda é enviada e rebatida, ou seja, ela percorre 2 vezes a distância procurada. (ELETROGATE, 2022)

4.3 Protoboard

A protoboard, também conhecida como placa de ensaio, é um dispositivo amplamente utilizado em montagens experimentais e projetos de prototipagem eletrônica. Ela consiste em uma placa plástica com circuitos metálicos internos, contendo uma matriz de furos condutores dispostos de forma padronizada, que permite a conexão temporária de componentes eletrônicos sem a necessidade de soldagem.

No projeto foi utilizada uma protoboard comum de 400 pontos, adequada para circuitos de pequeno e médio porte. Essa placa apresenta uma disposição central de furos interconectados, destinada à inserção dos componentes utilizados

Cada furo da protoboard possui pequenos grampos metálicos condutores em seu interior, responsáveis por prender firmemente os terminais dos componentes e assegurar uma conexão elétrica estável entre eles. Essa característica permite montar, modificar e testar circuitos de forma prática e segura, sem comprometer a integridade dos componentes (Guse, 2024).

A protoboard proporciona flexibilidade e reutilização, uma vez que seus componentes podem ser facilmente removidos e rearranjados para novos experimentos, contribuindo para a otimização de custos e tempo de desenvolvimento durante o processo de construção do protótipo.

4.4 Resistor

Componentes eletrônicos fundamentais utilizados em praticamente todos os circuitos elétricos e eletrônicos. Sua principal função é limitar a passagem de corrente elétrica, controlando a quantidade de energia que circula pelos demais componentes do sistema.

No protótipo, os resistores foram empregados com o objetivo de proteger o circuito contra sobrecorrentes, garantindo que sensores, microcontroladores e demais

componentes recebam apenas a corrente necessária para o seu funcionamento adequado.

O funcionamento do resistor baseia-se na Lei de Ohm, que estabelece a relação entre tensão, corrente e resistência ($V = R \times I$). Assim, ao inserir um resistor em série com um componente, é possível reduzir a corrente elétrica de acordo com o valor da resistência (medida em ohms, representada pela letra grega Ω) (Castro, 2025).

Além de limitar a corrente, os resistores também podem ser utilizados para dividir tensões, polarizar transistores, filtrar sinais e estabilizar o funcionamento de sensores analógicos. No contexto do projeto, eles desempenham papel essencial na proteção e estabilidade do circuito, evitando danos aos componentes sensíveis e contribuindo para o correto processamento dos sinais elétricos pelo microcontrolador.

Os resistores utilizados no protótipo são de filme de carbono, com valores de resistência selecionados conforme os requisitos de cada etapa do circuito, levando em consideração a tensão de operação e a corrente máxima permitida pelos demais componentes.

4.5 Conectores

Permitem a transmissão eficiente de sinais elétricos e energia entre os diferentes módulos do circuito. Eles são fios responsáveis por estabelecer conexões seguras, removíveis e organizadas, facilitando tanto a montagem quanto a manutenção do sistema.

Os conectores foram utilizados para ligar o sensor de nível de água ao microcontrolador, além de realizar a distribuição da alimentação elétrica proveniente da fonte de energia. Esses elementos garantem a continuidade elétrica e a integridade dos sinais transmitidos, reduzindo perdas e interferências que poderiam comprometer o funcionamento do circuito.

Os conectores utilizados são do tipo macho e fêmea, com terminais metálicos condutores revestidos por material isolante, o que assegura proteção contra curto-circuitos e facilidade de acoplamento e desacoplamento. Esse tipo de conexão é especialmente vantajoso em protótipos, pois permite montagens temporárias e reconfigurações rápidas sem a necessidade de soldagem.

Além de facilitar o processo de montagem, os conectores contribuem para a organização do cabeamento, tornando o circuito mais limpo e seguro, evitando

ligações incorretas e sobrecarga de pontos de contato. Essa característica é particularmente importante em ambientes de teste, onde os componentes podem ser constantemente substituídos ou ajustados.

A escolha por conectores modulares e padronizados justifica-se pela sua compatibilidade com a protoboard e com o microcontrolador, além de oferecer resistência mecânica e confiabilidade elétrica adequadas ao desenvolvimento do protótipo (Guse, 2024).

4.6 LED

Os LEDs (Light Emitting Diodes) ou Diodos Emissores de Luz, são componentes semicondutores utilizados para emitir luz visível quando percorridos por corrente elétrica. No contexto do projeto, eles têm a função de indicar visualmente o envio de sinais e o funcionamento do sistema, atuando como elementos de feedback para o usuário durante o processo de monitoramento do nível de água.

Cada LED é conectado ao circuito de controle do microcontrolador, pela protoboard, sendo acionado quando o sistema detecta uma alteração significativa no nível de água e envia o respectivo sinal.

No circuito, o LED é alimentado com corrente controlada por um resistor em série, que limita a intensidade elétrica e evita a queima do componente.

Os LEDs empregados no protótipo são do tipo comum de 5 mm, com ânodo (terminal positivo) e cátodo (terminal negativo) bem definidos, facilitando a montagem e a verificação de polaridade durante os testes. Além disso, sua utilização contribui para monitorar o funcionamento do sistema em tempo real, oferecendo uma indicação clara e imediata das respostas do circuito sem a necessidade de instrumentos de medição adicionais (Guse, 2024).

4.7 Fonte de energia

A fonte de energia do sistema de monitoramento de enchentes é essencial para garantir o funcionamento contínuo do ESP32-WROOM-32, do sensor ultrassônico HC-SR04 e dos demais componentes eletrônicos.

A energia pode ser fornecida pela rede elétrica de residências próximas ao local de instalação, aproveitando a infraestrutura já existente e reduzindo custos de implantação. Nesse caso, uma fonte adequada realiza a conversão e a regulação da tensão, fornecendo alimentação estável e segura aos dispositivos.

Essa solução apresenta baixo custo, facilita a manutenção e permite operação contínua por longos períodos. A proximidade com as residências também favorece inspeções, reparos e atualizações do sistema.

Como alternativa, a alimentação também pode ser obtida por meio da infraestrutura da rede de distribuição da Neoenergia Elektro, utilizando postes e estruturas da distribuidora para instalar os equipamentos em locais estratégicos de monitoramento. Essa maneira exige aprovação prévia da distribuidora, conforme normas técnicas e regulatórias vigentes.

Após a autorização, a energia da rede pode ser adaptada aos requisitos dos componentes eletrônicos, garantindo elevada disponibilidade operacional. A instalação em pontos elevados e distribuídos contribui para a obtenção de dados mais precisos sobre o nível da água e para a emissão antecipada de alertas.

Independentemente da forma de alimentação adotada, é recomendável a instalação de dispositivos de proteção elétrica, como fusíveis, disjuntores e protetores contra surtos, a fim de preservar a integridade dos equipamentos e garantir a operação segura do sistema. Além disso, para aumentar sua confiabilidade em situações de interrupção do fornecimento de energia, podem ser utilizadas fontes alternativas, como baterias e painéis solares, assegurando a continuidade do monitoramento mesmo durante eventos climáticos adversos.

4.8 Maquete

Para demonstrar o funcionamento prático do sistema de alerta de enchentes e alagamentos, foi desenvolvida uma maquete física funcional, que representa de forma simplificada o ambiente onde o sistema atuará. A maquete tem como objetivo simular a elevação do nível da água, possibilitando a observação direta da resposta do sensor e do envio do sinal de alerta pelo microcontrolador.

A estrutura da maquete será confeccionada sobre uma base rígida de material plástico, escolhida por sua resistência à umidade, leveza e facilidade de limpeza. Essa base servirá como o suporte principal do circuito eletrônico e do reservatório de água, sendo projetada de maneira a permitir o escoamento controlado do líquido por meio de um pequeno ralo localizado em uma das extremidades. O ralo possibilitará o escoamento da água após cada teste, evitando o acúmulo e garantindo a reutilização do protótipo.

Na parte superior da base, será instalada uma miniatura representando uma residência, construída com palito de sorvete, apenas para fins ilustrativos. Ao lado da estrutura principal haverá uma área representando uma rua ou espaço aberto onde será inserido o sensor de nível de água. Essa disposição permitirá demonstrar o comportamento do sistema durante uma elevação gradual do nível da água, simulando uma situação de alagamento.

Os componentes eletrônicos — como resistores, cabos de conexão, protoboard e fonte de alimentação via USB — serão organizados de forma segura e visível sobre a base, permitindo a observação e compreensão do circuito durante as apresentações.

A escolha dos materiais e da disposição dos elementos busca aliar funcionalidade e estética, proporcionando uma representação didática do sistema real. Assim, a maquete cumpre não apenas o papel de protótipo físico de teste, mas também de recurso visual e educacional, facilitando a explicação do funcionamento do projeto durante a defesa e as demonstrações públicas.

4.9 Custo do protótipo

O custo total estimado para o desenvolvimento completo do protótipo é de aproximadamente R\$ 187,50, considerando os materiais eletrônicos, elementos estruturais da maquete e insumos auxiliares. Esse valor pode variar conforme os fornecedores e a disponibilidade local dos componentes, mas representa uma estimativa realista para prototipagem acadêmica. Parte dos equipamentos — como o notebook utilizado para alimentação e comunicação — já faz parte do acervo pessoal do grupo, não gerando custo adicional direto para o projeto.

4.9.1 Tabela 1 – Estimativa de custos do protótipo

<i>Item</i>	<i>Descrição</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Custo unitário (R\$)</i>	<i>Custo total (R\$)</i>
<i>ESP32-wroom-32</i>	Microcontrolador principal do sistema	1	38,80	38,80
<i>HC-SR04</i>	sensor ultrassônico de distância	1	15,50	15,50

<i>Protoboard 400 pontos</i>	Placa de ensaio para montagem temporária do circuito	1	20,00	20,00
<i>Resistores</i>	Resistores de filme de carbono variados (220 Ω , 1k Ω , etc.)	5	0,30	1,50
<i>LEDs 5 mm</i>	Indicadores visuais de status (verde/vermelho)	2	1,00	2,00
<i>Jumpers/ Conectores</i>	Cabos macho-macho e macho-fêmea para ligações	1 kit	10,00	10,00
<i>Base plástica (maquete)</i>	Placa de PVC, plástico, etc.	1	25,00	25,00
<i>Miniatura da casa / elementos visuais</i>	Construção de maquete (papelão, EVA, cola, tinta)	1	20,00	20,00
<i>Ralo plástico pequeno</i>	Peça para escoamento da água	1	8,00	8,00
<i>Fios elétricos finos</i>	Para interligação do circuito e do sensor	2 m	3,00	6,00
<i>Materiais auxiliares</i>	Cola quente, fita isolante, ferramentas básicas	-	10,00	10,00
Total estimado:				R\$ 187,50

5. EMPRESA

Somos a *HydroSafe*, uma empresa voltada ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para o monitoramento de enchentes e alagamentos.

Buscamos contribuir para a segurança das comunidades, promovendo informação, prevenção e apoio à tomada de decisões em situações de emergência.

5.1 Missão

Desenvolver uma solução tecnológica acessível, eficiente e confiável para o monitoramento de enchentes e alagamentos, utilizando sensores inteligentes e sistemas web integrados.

Nosso objetivo é contribuir para a segurança, prevenção e bem-estar da população, fornecendo informações em tempo real que auxiliem na tomada de decisões e na redução dos impactos causados por desastres urbanos e naturais.

5.2 Visão

Tornar-se referência em inovação tecnológica voltada à gestão de riscos ambientais, promovendo o uso de sensores e sistemas de monitoramento em locais identificados pela própria comunidade como áreas de risco.

Buscamos, assim, construir uma rede colaborativa entre tecnologia e sociedade, ampliando o acesso à informação e fortalecendo a cultura de prevenção e segurança pública.

5.3 Valores

- Inovação: buscamos constantemente novas ideias e tecnologias para aprimorar nossos sistemas e oferecer soluções eficazes.
- Comunicação: mantemos um diálogo claro e colaborativo entre a equipe e com os usuários, garantindo entendimento e eficiência nos processos.
- Transparência: atuamos de forma ética e aberta, compartilhando informações de maneira honesta e responsável.
- Responsabilidade: assumimos o compromisso de desenvolver tecnologias que contribuam para a segurança e o bem coletivo.

- Confiabilidade: garantimos precisão, estabilidade e credibilidade em todos os produtos e serviços oferecidos.

5.4 Logos

5.4.1 Logo da Equipe



Figura 1 - Logo da Equipe

Fonte: Criado pela equipe

5.4.2 Logo do Projeto



Figura 2 - Logo do Projeto

Fonte: Criado pela equipe

5.4.3 Slogan da Empresa e do Projeto

-“Medições seguras, precisão em cada gota”

6. ANÁLISE

6.1. Descrição das Funcionalidades

A funcionalidade proposta no presente projeto baseia-se na utilização do microcontrolador ESP32-WROOM-32 em nosso protótipo como elemento central para a transmissão de uma notificação ao ambiente web denominado *HydroSafe*. Essa plataforma digital tem por finalidade disponibilizar ao usuário final e aos administradores um conjunto de recursos voltados ao monitoramento e visualização das informações transmitidas pelos sensores.

Na aplicação web, o usuário pode criar uma conta pessoal informando dados básicos, tais como endereço de e-mail, número de telefone e CPF. O armazenamento dessas informações permite que, em acessos futuros, será necessário apenas o login para acesso da conta.

Ao acessar o site pela primeira vez, o usuário é direcionado para a tela de Login e Cadastro, na qual é necessário realizar seu registro caso ainda não possua uma conta ativa. Após a confirmação dos dados cadastrados, o sistema disponibiliza automaticamente o módulo Mapa de Pontos, que apresenta de forma georreferenciada os locais em que os sensores estão instalados. Essa visualização facilita a identificação rápida das regiões monitoradas, permitindo ao usuário selecionar o ponto desejado conforme sua área de interesse.

Além disso, o ambiente web conta com a seção Perfil, onde o usuário pode visualizar e editar suas informações pessoais, incluindo a atualização de imagem de perfil, telefone, e-mail e senha de acesso.

Para que o sistema possa indicar automaticamente a região mais próxima ao usuário, é necessário que o dispositivo conceda permissão de acesso à sua localização. Com o intuito de assegurar transparência e proteção dos dados coletados, foram incorporados ao site o Termo de Uso e a Política de Privacidade, documentos que estabelecem diretrizes de segurança, confidencialidade e tratamento das informações pessoais, em conformidade com boas práticas e normas vigentes de proteção de dados.

A plataforma *HydroSafe* dispõe ainda de uma página inicial (*Home*), onde são apresentadas informações institucionais sobre o projeto, incluindo a seção Quem Somos, além da Barra de Alertas, que permite ao usuário configurar os tipos de

notificações que deseja receber. Por fim, a interface disponibiliza também a opção “Sair”, possibilitando o encerramento seguro da sessão.

6.2. MER – Modelo do Banco de Dados

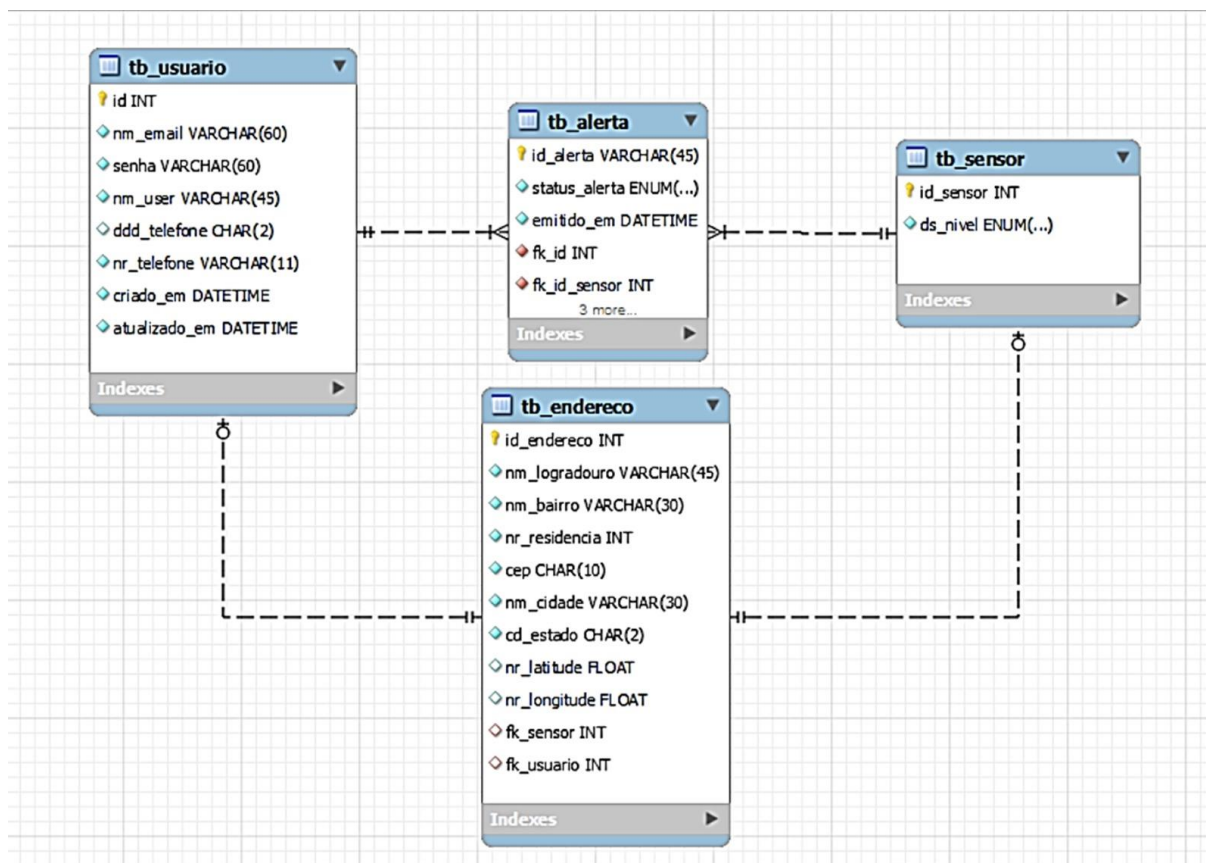


Figura 1 - Modelagem do banco de dados

acordo com o nível de risco detectado, alterando principalmente suas cores e as informações exibidas na legenda ao serem selecionados pelo usuário.

Além disso, o mapa é atualizado automaticamente a cada 30 segundos, garantindo a sincronização constante com os sensores instalados. Dessa forma, o sistema é capaz de apresentar informações precisas e atualizadas, permitindo o monitoramento eficiente das condições observadas em tempo real.

6.5. Wireframe das Telas



The login screen features the HydroSafe logo at the top left, which consists of a gear icon followed by the text "HydroSafe". To the right of the logo is a 3D illustration of a grey gear with a blue and green water droplet. Below the logo, the text "Bem-vindo novamente" is displayed. The login form includes two input fields: "E-mail ou Nome" and "Senha". A dark blue "Entrar" button is positioned below the fields. At the bottom left, there is a link that says "Não tem uma conta? -clique aqui para criar uma conta".

HydroSafe

Bem-vindo novamente

E-mail ou Nome

Senha

Entrar

Não tem uma conta?
-clique aqui para criar uma conta

Figura 1 - Tela de login



The registration screen features the HydroSafe logo at the top left, which consists of a gear icon followed by the text "HydroSafe". To the right of the logo is a 3D illustration of a grey gear with a blue and green water droplet. Below the logo, there is a dark blue "Criar Conta" button. The registration form includes five input fields: "Nome", "Telefone", "E-mail", "Senha", and "Confirmação de senha". At the bottom left, there is a link that says "Já tem uma conta? -clique aqui para acessar".

HydroSafe

Criar Conta

Nome

Telefone

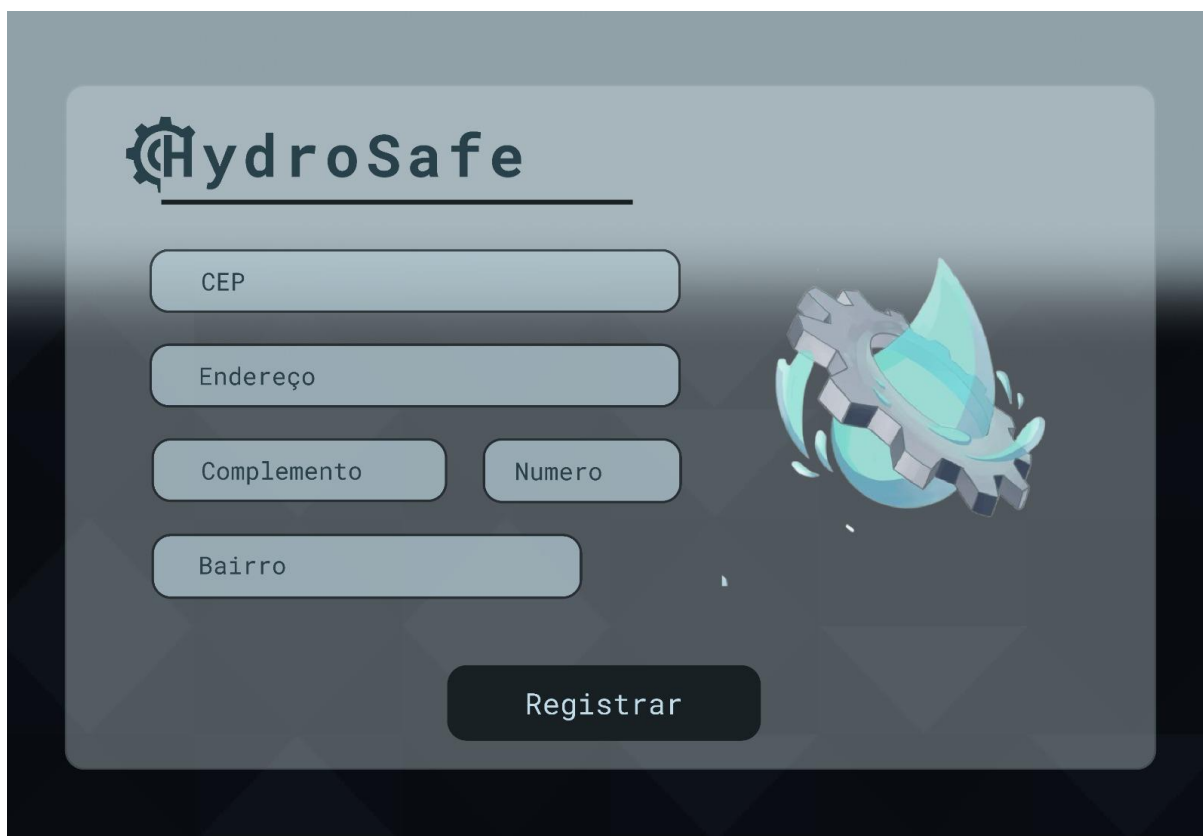
E-mail

Senha

Confirmação de senha

Já tem uma conta?
-clique aqui para acessar

Figura 2 - Tela de cadastro



The image shows a registration form for 'HydroSafe'. At the top left is the logo, which consists of a gear icon followed by the text 'HydroSafe'. Below the logo are five input fields: 'CEP', 'Endereço', 'Complemento', 'Numero', and 'Bairro'. The 'Complemento' and 'Numero' fields are side-by-side. To the right of these fields is a 3D illustration of interlocking gears with blue liquid splashing out. At the bottom center is a dark button labeled 'Registrar'.

HydroSafe

CEP

Endereço

Complemento

Numero

Bairro

Registrar

Figura 3 - Tela cadastro de endereço



The image shows the home page of the 'HydroSafe' application. The header includes the text '-HydroSafe' on the left, 'Início' with a magnifying glass icon in the center, and 'Entrar' and 'Criar' buttons on the right. Below the header is a large gear graphic with the 'HydroSafe' logo in the center. A prominent button labeled 'Acessar mapa' is positioned below the logo. The main content area is divided into two columns. The left column contains a paragraph about flood areas in Mongaguá and a call to action to consult the map. The right column features a 'Duvidas frequentes:' section with three questions in light blue buttons: 'Oque significa as cores no mapa?', 'Como os sensores funcionam?', and 'Quem são vocês?'.

-HydroSafe

Início

Entrar

Criar

HydroSafe

Acessar mapa

Fique por dentro das áreas de alagamento em Mongaguá com informações atualizadas pelos sensores espalhados pela cidade.
Consulte o mapa e registre o endereço da sua casa para resultados e avisos mais especificos em prol da sua segurança.

Duvidas frequentes:

"Oque significa as cores no mapa?"

"Como os sensores funcionam?"

"Quem são vocês?"

Figura 4 - Página home

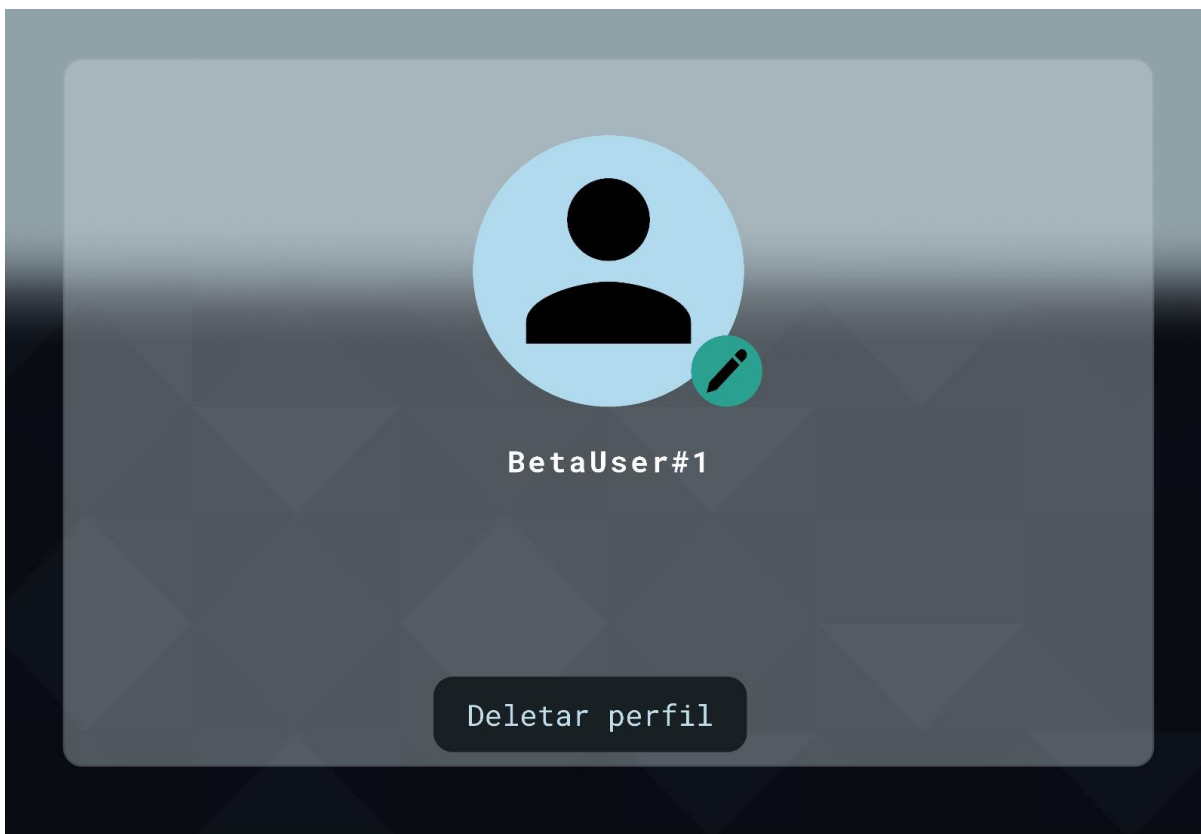


Figura 5 - Tela user

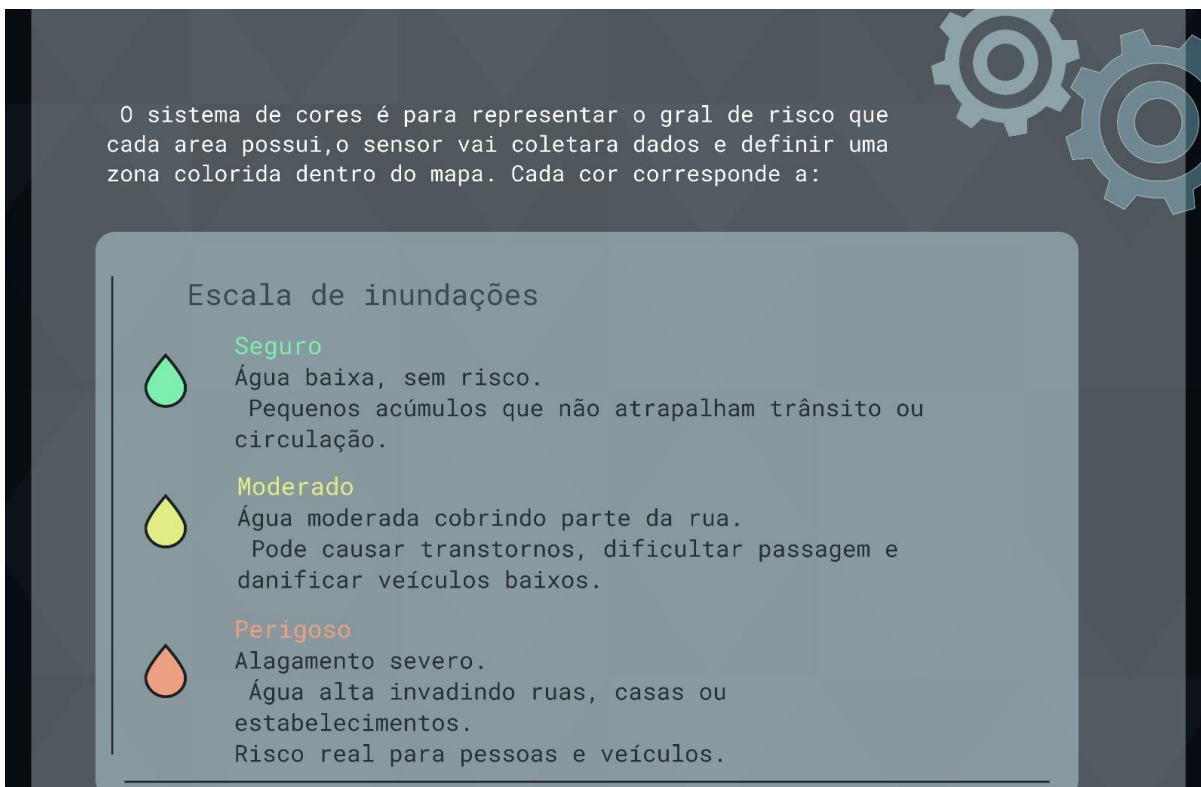


Figura 6 - Tela home, legenda

Como ocorre a coleta de dados?

Por meio do sensor ultrassônico HC-SR04, é possível medir o nível da água nas ruas com precisão. Esse sensor utiliza ondas sonoras para calcular a distância até a superfície da água, fornecendo dados em tempo real que permitem identificar rapidamente situações de alagamento.

Para determinar o nível da água, é realizado um cálculo usando a distância medida entre o sensor e a superfície da água, subtraindo essa medida da altura em que o sensor foi instalado. O resultado indica com precisão o nível que a água atingiu.

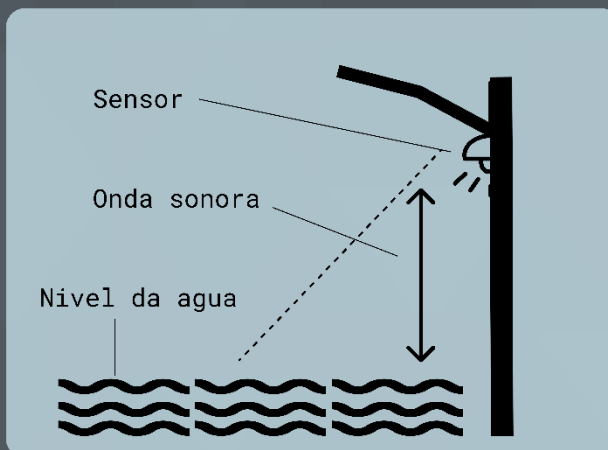


Figura 7 - Tela home, descrição sensor

Somos a HydroSafe, uma equipe de cinco pessoas dedicada ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para o monitoramento de enchentes e alagamentos. Nosso trabalho nasce do compromisso, cuidado e valorização pela nossa cidade, buscando mais segurança, prevenção e qualidade de vida para todos.

Caso algum sensor apresente defeito, entrem em contato conosco:
(xx) xxxxx-xxxx



"Medições seguras, precisão em cada gota"

Figura 8 - Tela home, quem somos

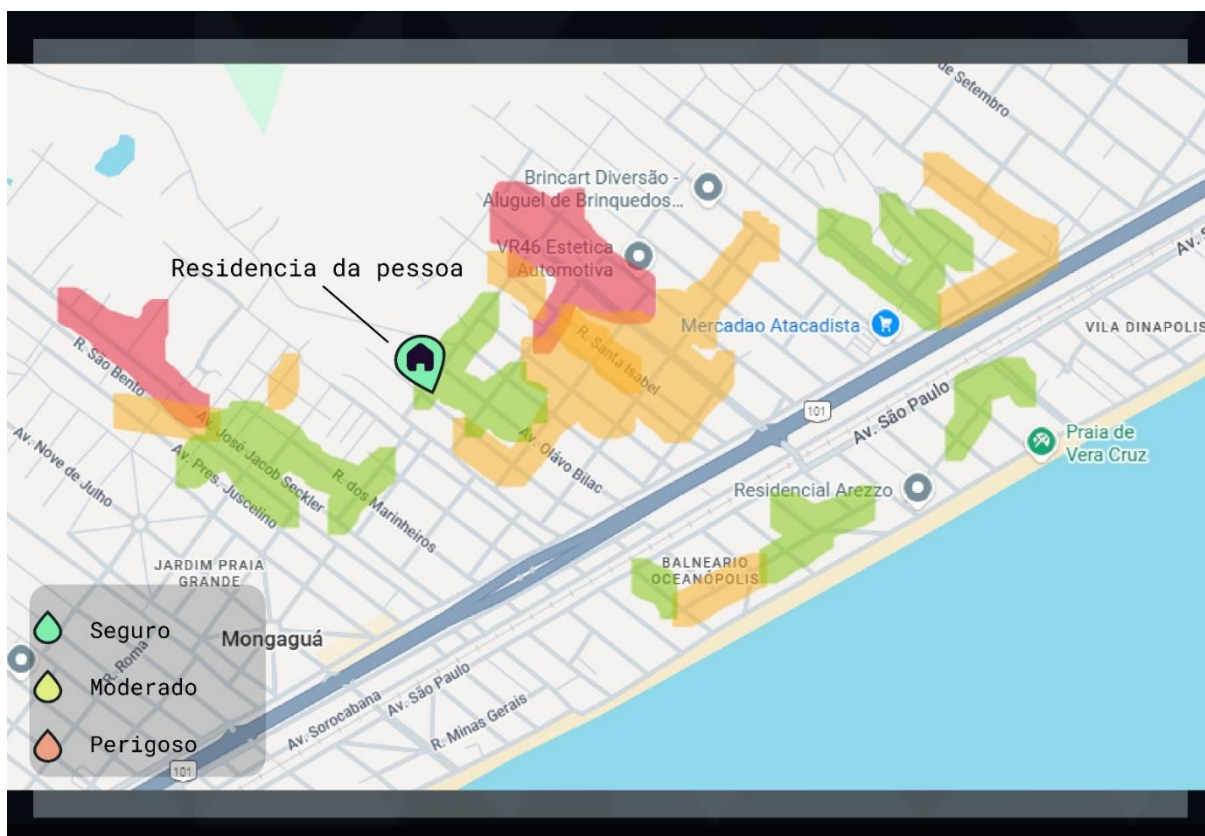


Figura 9 - Tela mapa

6.6 Prints das Telas

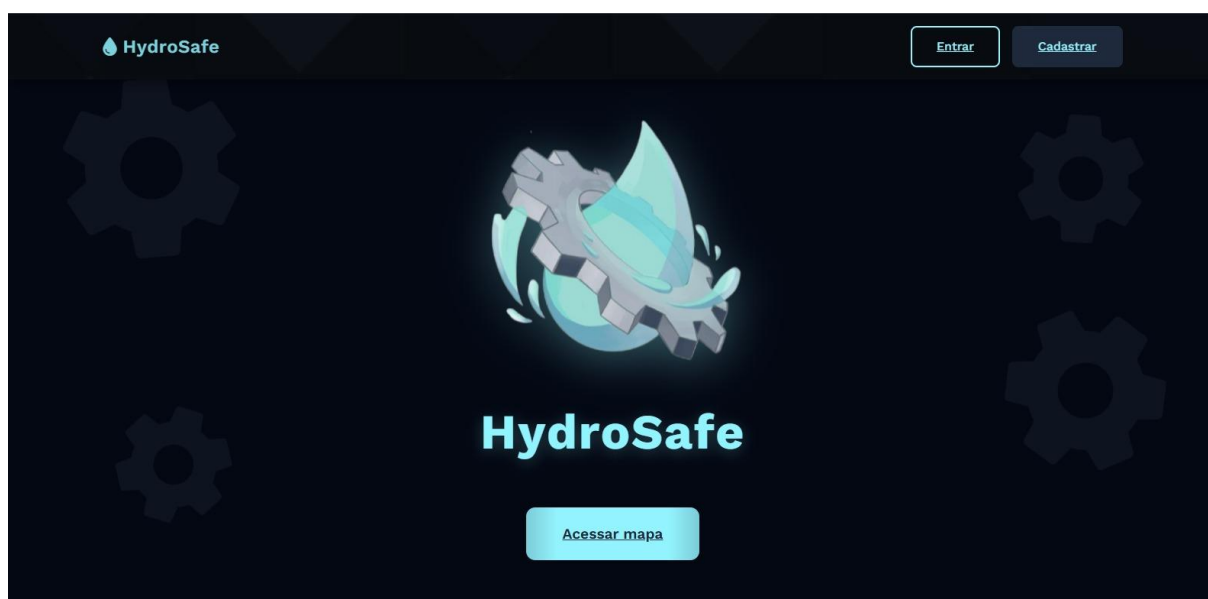


Figura 1 - Tela Home

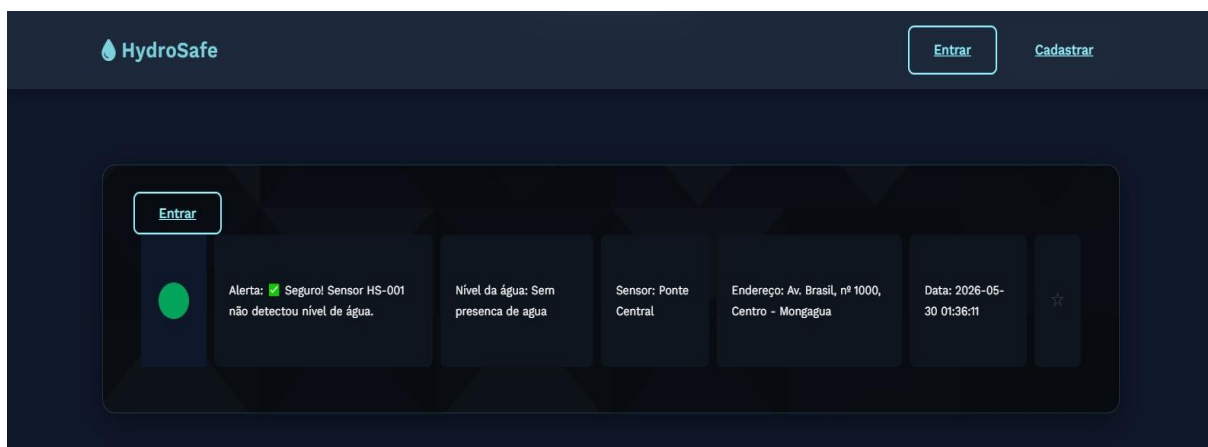


Figura 2 - Tela alerta sensor

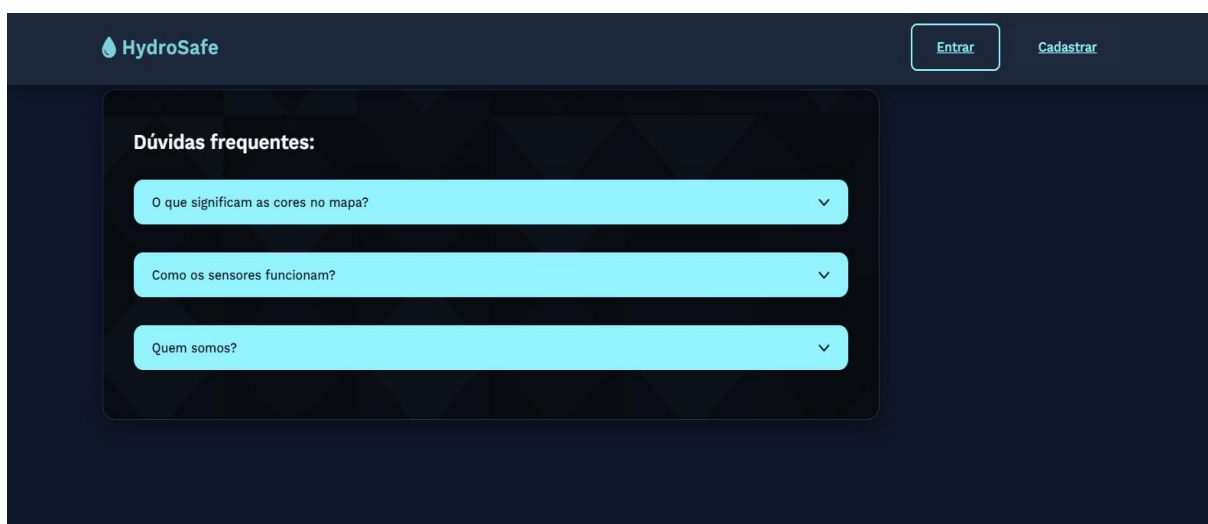


Figura 3 - Tela dúvidas



Figura 4 - Tela escala inundações



Figura 5 - Tela funcionamento sensor



Figura 6 - Tela quem somos e contato

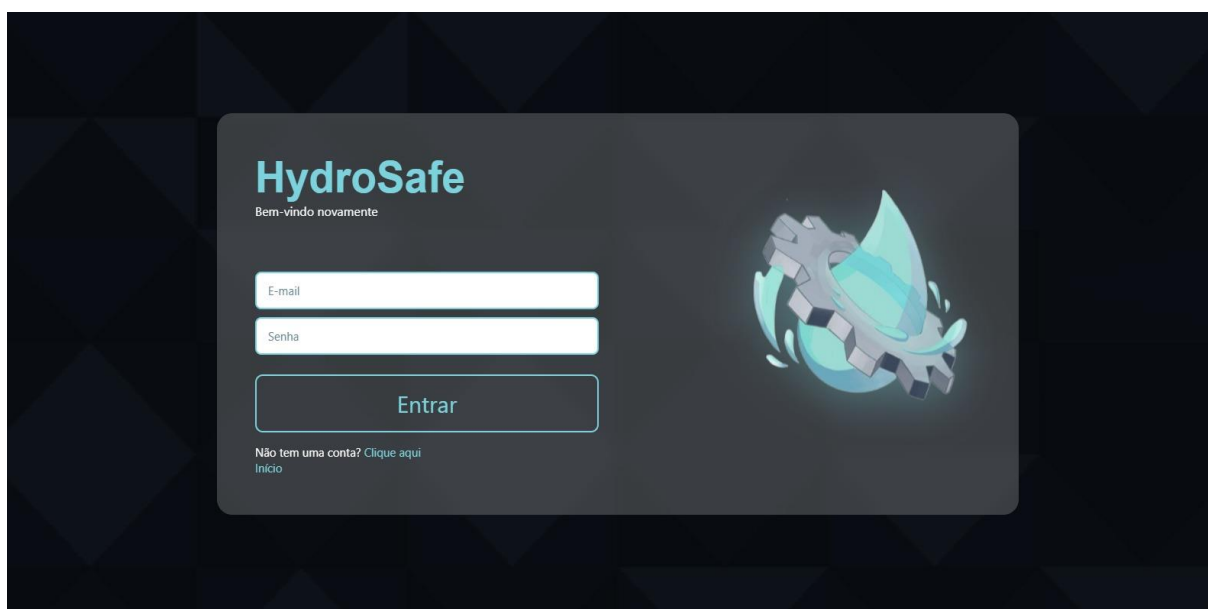


Figura 7 - Tela login



Nome

E-mail

Telefone

CEP (Somente números)

Logradouro Número

Bairro

Cidade UF (Estado)

Senha

Confirmar senha



Figura 8 - Tela cadastro



Dados do Usuário

User: Sr. It

Email: lopes.tl06@gmail.com

Telefone: 13997475136

Endereço

Figura 9 - Tela dados usuário

Dados do Usuário

User: Sr.tt

Email: lopes.tt06@gmail.com

Telefone: 13997475136

Endereço

Dados de Endereço ^

Logradouro: Rua Antonio Marques Carreira

Número: 82

Bairro: Cidade Anchieta

Cidade: Itanhaém

Estado: SP

CEP: 11740344

Editar

Sair da conta

Figura 10 - Tela endereço usuário

Dados do Usuário- Edição:

User: Sr.tt

Email: lopes.tt06@gmail.com

Telefone: 13997475136

Dados do Endereço

Endereço: Rua Antonio Marques Carreira

Numero da residencia: 82

Bairro: Cidade Anchieta

Cidade: Itanhaém

Estado: sp

CEP: 11740344

Cancelar

Figura 11 - Tela editar perfil usuário

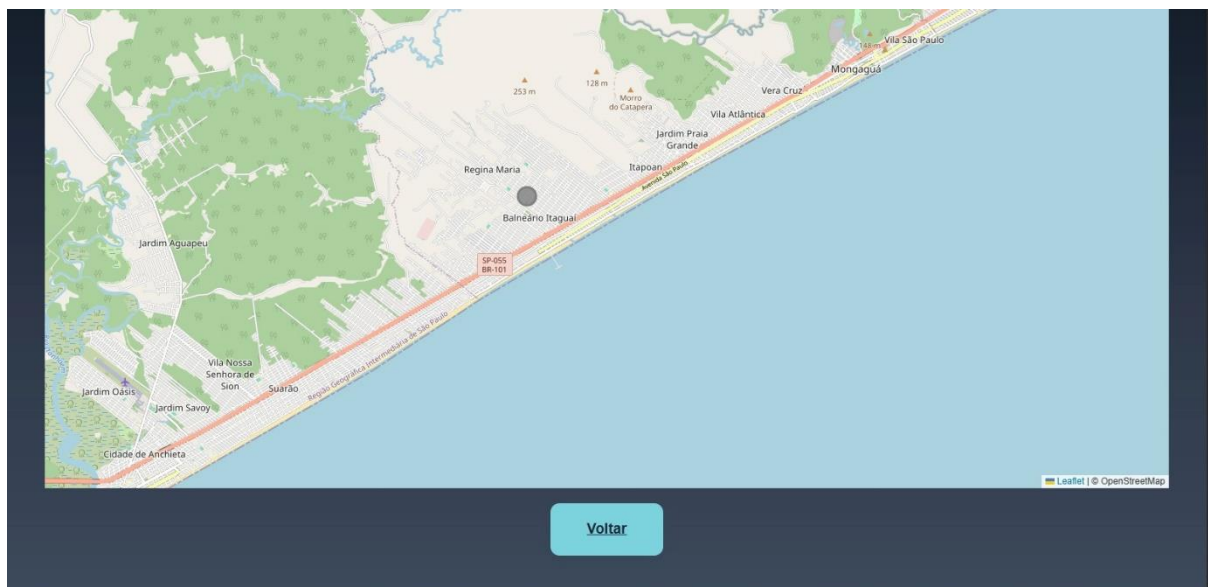


Figura 12 - Tela mapa

6.7. Trecho do Código Fonte

A seguir, são apresentados os principais trechos do código desenvolvido para o microcontrolador ESP32, responsável pela leitura do sensor ultrassônico, classificação do nível de água e comunicação com o servidor web.

6.7.1. Configuração de Pinos e Variáveis

```
// Definição dos pinos do ESP32
```

```
#define TRIG_PIN 33 // Pino de disparo do sensor ultrassônico
```

```
#define ECHO_PIN 32 // Pino de retorno do sensor ultrassônico
```

```
#define LED_VERDE 25 // LED de nível seguro
```

```
#define LED_AMARELO 26 // LED de nível de atenção
```

```
#define LED_VERMELHO 27 // LED de nível crítico
```

```
// Configurações do Wi-Fi
```

```
const char* ssid = "CLARO_2G27836C";
```

```
const char* password = "0227836C";
```

```
// URL do servidor para envio dos dados
```

```
const char* serverUrl =
"http://2.24.65.149:8080/hidrosafe/backend/api/receber_dados.php";
const char* cdSensor = "HS-001"; // Identificador único do sensor
```

6.7.2. Função de Medição de Distância

A função lerDistanciaCM() é responsável por acionar o sensor ultrassônico e calcular a distância até a superfície da água com base no tempo de retorno do eco.

```
float lerDistanciaCM() {
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds(2);

    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);

    long duracao = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH, 30000);

    if (duracao == 0) return -1;

    // Cálculo da distância (cm) = tempo × velocidade do som / 2
    return duracao * 0.0343 / 2.0;
}
```

6.7.3. Cálculo da Porcentagem do Nível de Água

A função calcularPorcentagem() converte a distância medida em porcentagem de nível de água, considerando a altura total do cano (70 cm) e a distância quando completamente cheio (2 cm).

```
float calcularPorcentagem(float d) {
    float p = ((distanciaTanqueVazio - d) / (distanciaTanqueVazio -
distanciaTanqueCheio)) * 100.0;

    if (p < 0) p = 0;
    if (p > 100) p = 100;
```

```

    return p;
}

```

6.7.4. Envio dos Dados ao Servidor

A função `enviarParaServidor()` realiza a comunicação com o servidor web via protocolo HTTP, enviando os dados coletados em formato de formulário.

```

void enviarParaServidor(float d, float p, String s) {
    HTTPClient http;

    http.begin(serverUrl);
    http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");

    String dados = "distancia=" + String(d,2) +
        "&nivel=" + String(p,2) +
        "&status=" + s +
        "&cd_sensor=" + String(cdSensor);

    int code = http.POST(dados);
    Serial.print("HTTP: ");
    Serial.println(code);
    http.end();
}

```

6.7.5. Loop Principal

O loop principal executa continuamente as etapas de medição, classificação e envio dos dados.

```

void loop() {
    // Verifica conexão Wi-Fi
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        efeitoSemWifi();
        return;
    }

    // Realiza a leitura da distância (média de 5 amostras)

```

```

float distancia = lerMediaDistancia(5);

if (distancia <= 0) {
    Serial.println("Erro no sensor");
    delay(1000);
    return;
}

// Calcula o nível e classifica
float porcentagem = calcularPorcentagem(distancia);
String status = classificarNivel(porcentagem);

// Acende o LED correspondente
atualizarLeds(status);

// Exibe os dados no monitor serial
Serial.print("Distancia: ");
Serial.println(distancia);
Serial.print("Nivel: ");
Serial.println(porcentagem);
Serial.print("Status: ");
Serial.println(status);

// Envia os dados ao servidor a cada 10 segundos
if (millis() - ultimoEnvio >= intervaloEnvio) {
    ultimoEnvio = millis();
    enviarParaServidor(distancia, porcentagem, status);
}

delay(500);
}

```

6.7.6. Mapa

Para a criação do mapa do sistema HydroSafe, foi utilizada a biblioteca Leaflet integrada ao OpenStreetMap. Utilizando os dados fornecidos pelos sensores e armazenados no banco de dados, o código realiza a análise das informações recebidas em tempo real. Em seguida, os ícones dos sensores são atualizados de acordo com o nível de risco detectado, alterando principalmente suas cores e as informações exibidas na legenda ao serem selecionados pelo usuário.

Além disso, o mapa é atualizado automaticamente a cada 30 segundos, garantindo a sincronização constante com os sensores instalados. Dessa forma, o sistema é capaz de apresentar informações precisas e atualizadas, permitindo o monitoramento eficiente das condições observadas em tempo real.

7. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

7.1. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

Lista dos componentes utilizados

- ESP32 DevKit V1, microcontrolador com Wi-Fi
- Sensor Ultrassônico HC-SR04, para medição de distância/nível de água
- LED Verde, indica nível seguro
- LED Amarelo , indica nível de atenção
- LED Vermelho, indica nível crítico
- Resistor 220Ω, para proteção dos LEDs
- Protoboard com 400 furos, base para montagem do circuito
- Jumpers (cabos), conexões entre componentes
- Cabo Micro-USB, alimentação e programação
- Cano PVC com 70cm de altura, estrutura para simular o poste de luz

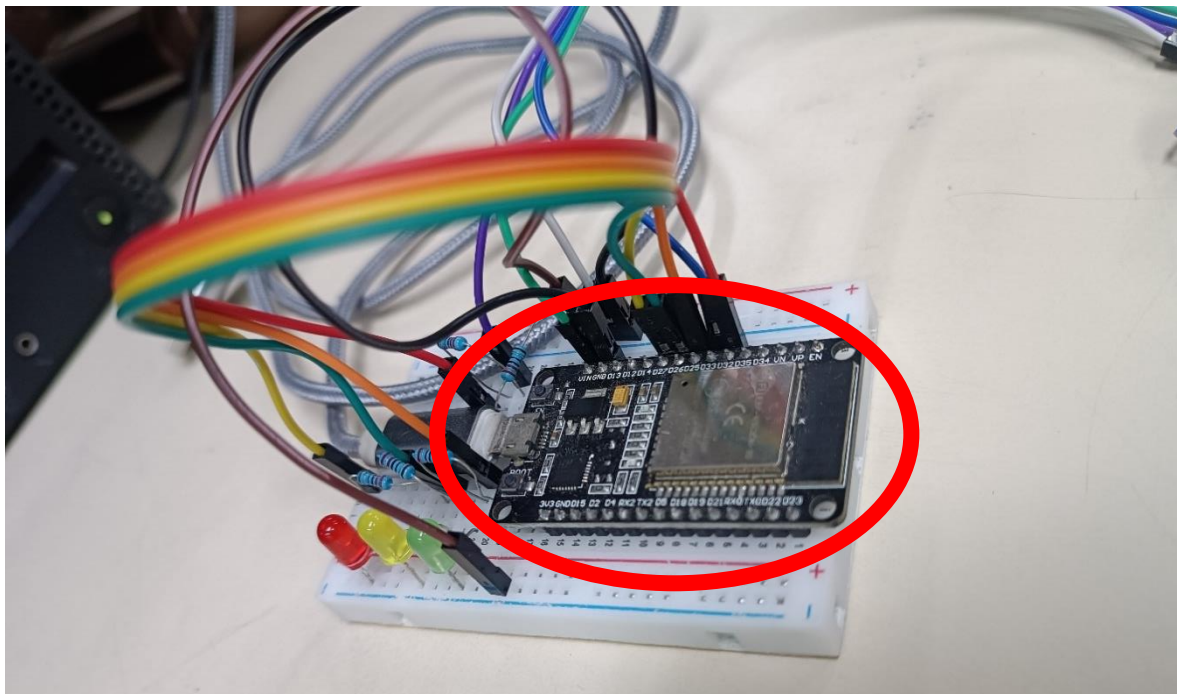
7.2. Montagem do Circuito

Toda conexão foi feita na protoboard, sem necessidade de solda para construir todo o circuito elétrico.

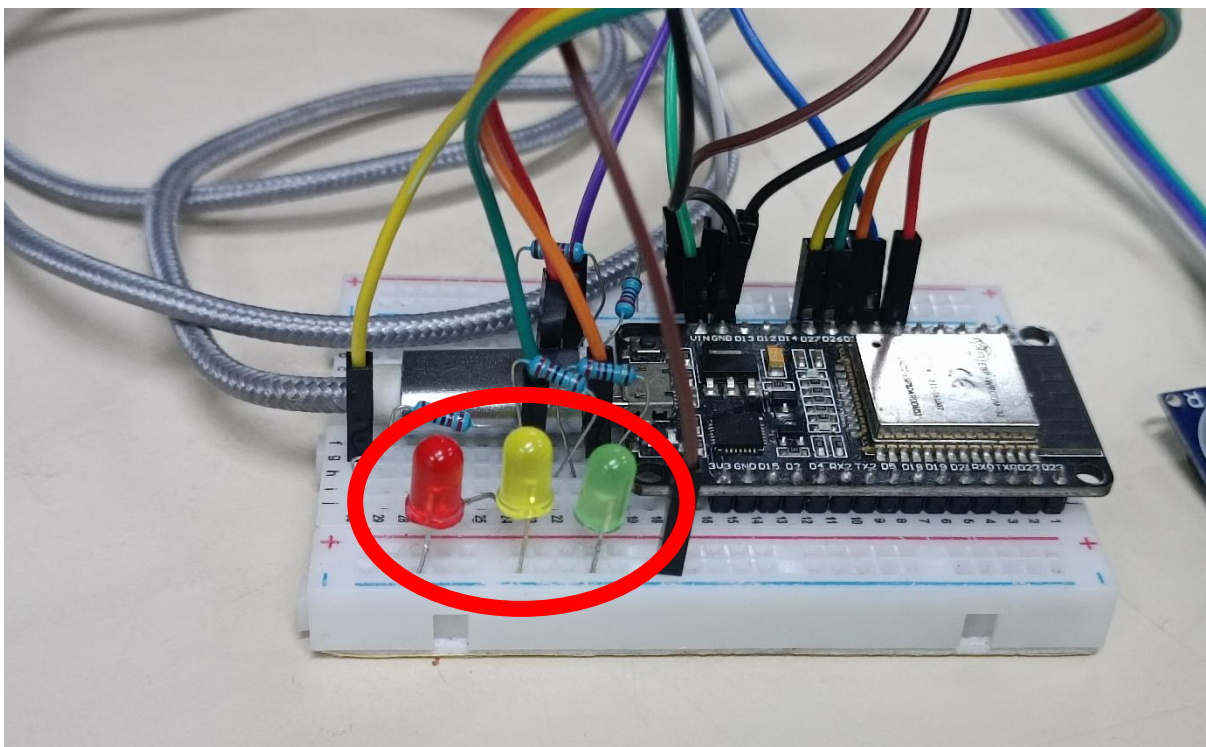
Conectamos o VCC do sensor ultrassônico ao pino 5V do ESP32; o GND ao terra comum; o TRIG ao pino GPIO 33; o ECHO ao pino GPIO 32.

Cada LED foi conectado ao pino correspondente (25, 26, 27) com um resistor de 220Ω em série. Todos os terras foram ligados ao GND do ESP32.

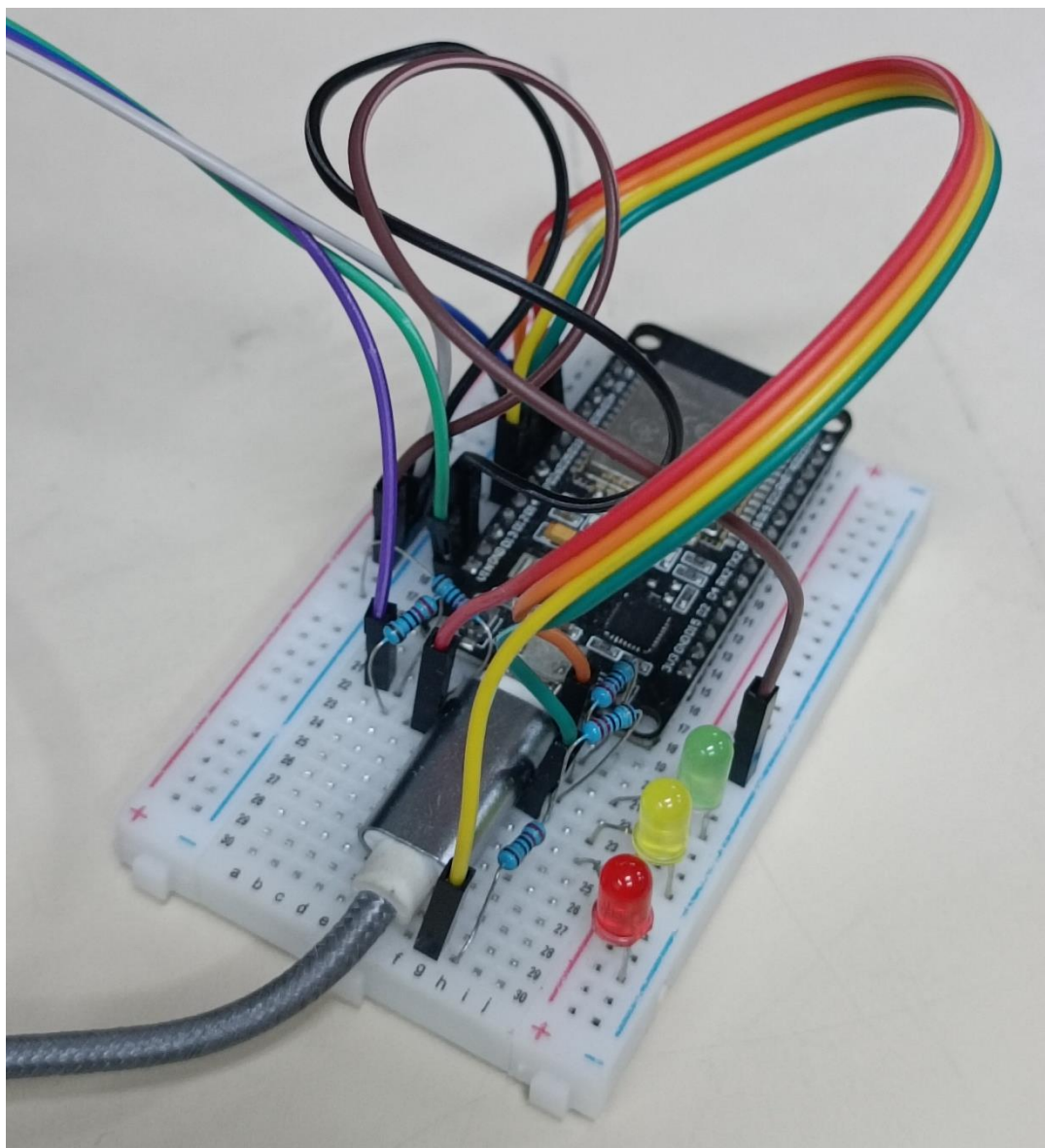
Posicionamos todos os componentes na protoboard, primeiro o ESP32



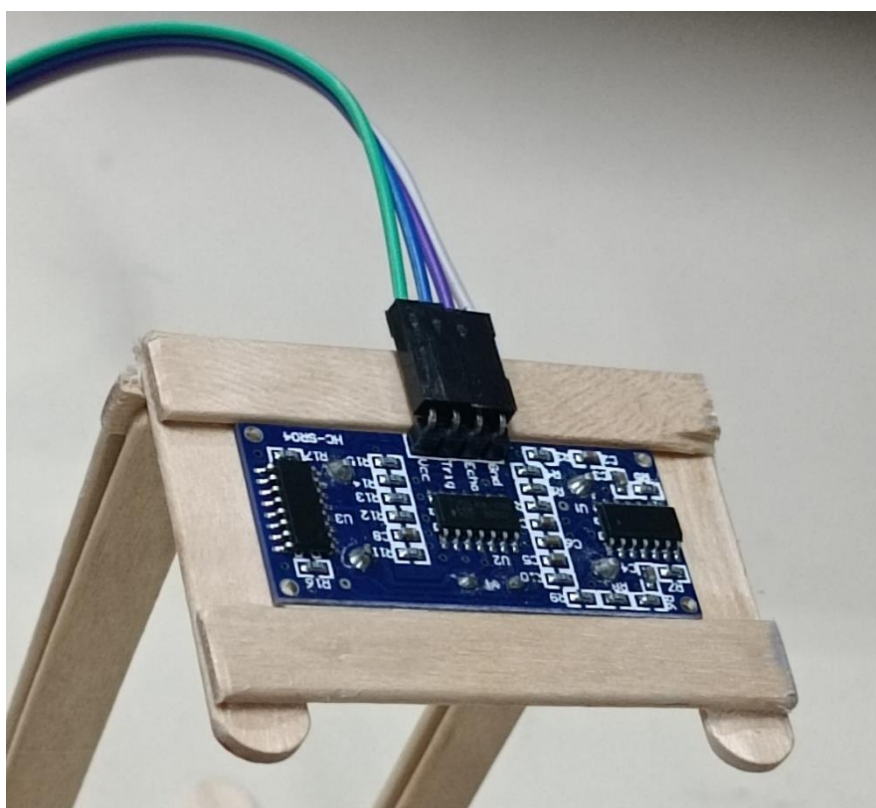
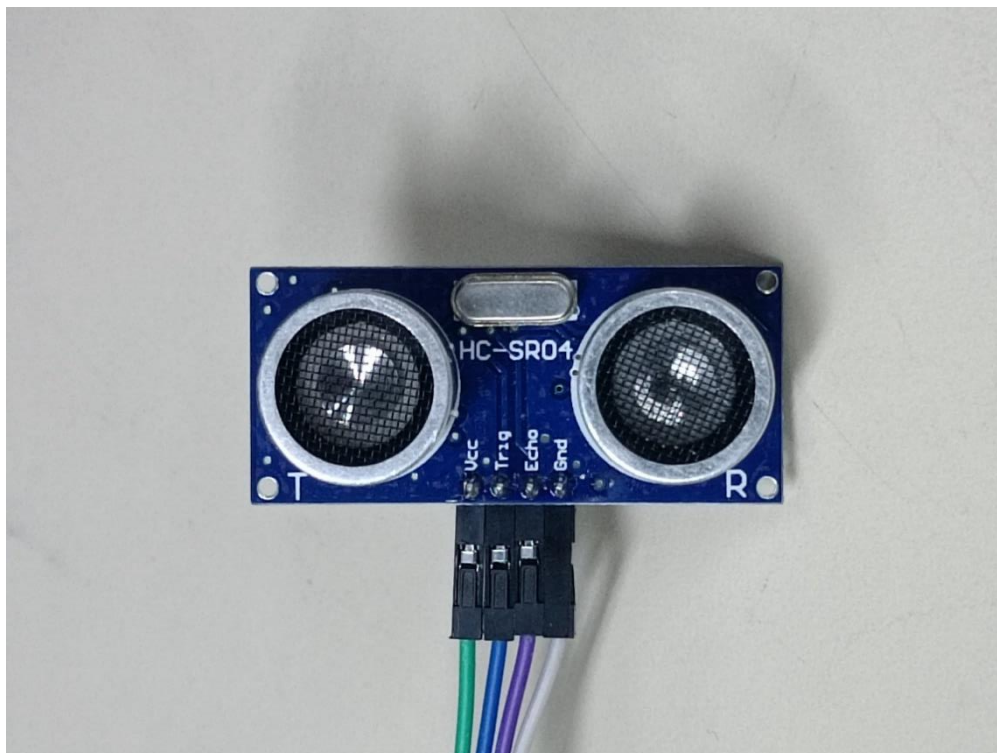
Em seguida os leds



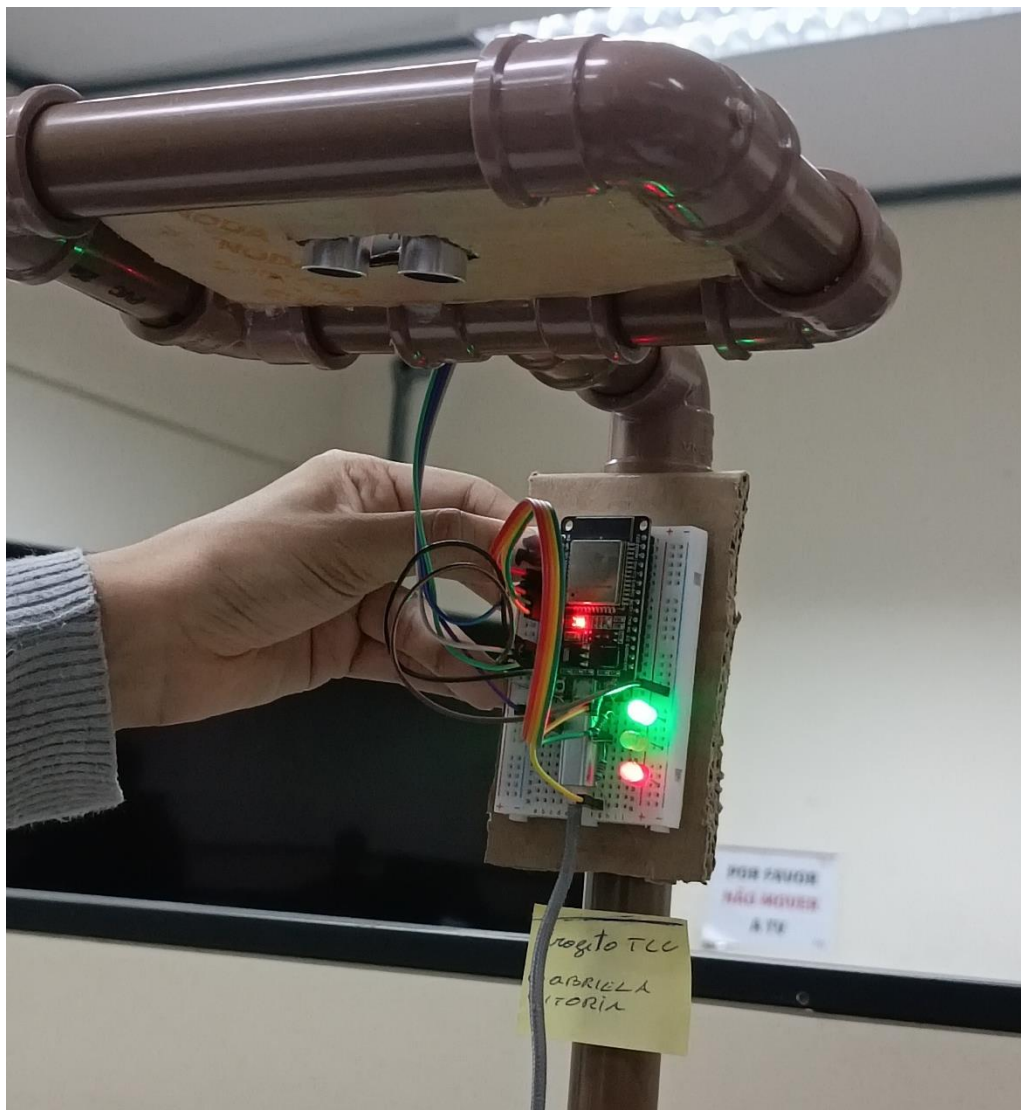
Conectamos eles através dos jumpers e usamos os resistores para limitar a passagem de corrente elétrica



Em seguida o sensor ultrassônico HC-SR04



Para preparar a estrutura fixamos o sensor ultrassônico na extremidade superior da estrutura do cano PVC (simulando um poste) a 70 cm da superfície, virado para baixo. Dessa forma garantimos medições precisas.



A alimentação da energia foi feita conectando o ESP32 à fonte USB do próprio computador.



7.3. Calibração

A distância do sensor até a superfície é de 70 cm (0% de água), definimos os limites da seguinte forma:

- SEGURO (verde): até 20 cm de água (até 28,5%)
- ATENÇÃO (amarelo): entre 20 cm e 30 cm (28,5% a 42,8%)
- CRÍTICO (vermelho): acima de 30 cm de água (acima de 42,8%)

O protótipo só detecta distâncias, em uma aplicação na vida real será possível calibrar o sensor para que as ondas sonoras identifique somente água, assim impedindo que um carro estacionado gere um alerta falso de alagamento no local

Para calibrar para identificar somente água precisaríamos coleta várias medidas com distâncias conhecidas (usando uma régua) e encontra uma fórmula de correção. Fixando o sensor em uma posição, colocamos um objeto (ou a superfície da água) a distâncias conhecidas (ex: 5cm, 10cm, 15cm, 20cm, 30cm). Para cada

distância, anotamos o valor que o sensor lê e com esses pares (distância real → distância medida), calculamos a reta de regressão

Fórmula: Valor Real = $m \times (\text{Valor Medido}) + b$

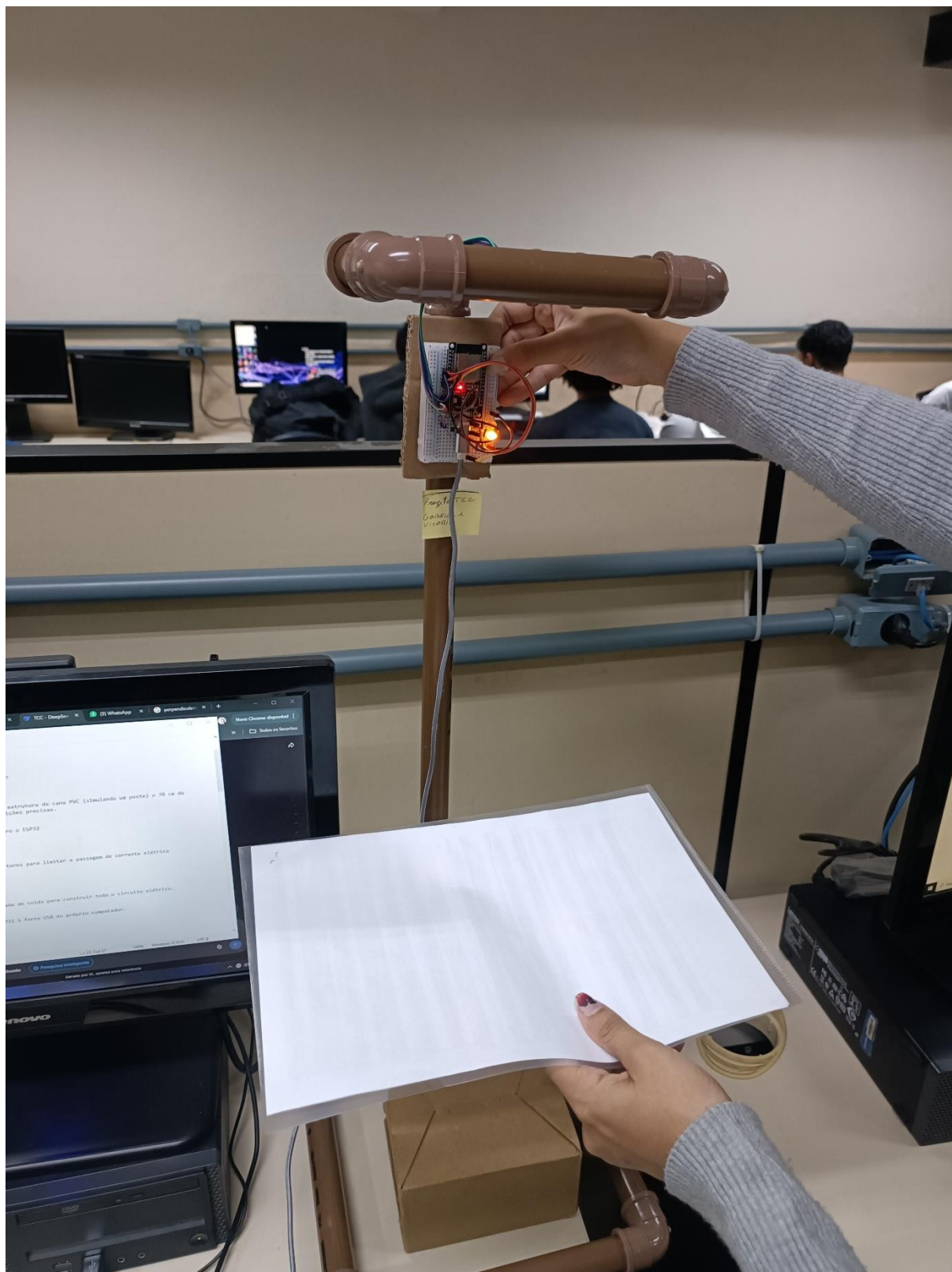
7.4. Programação

Desenvolvemos o código no Arduino IDE, configuramos as credenciais de Wi-Fi, foi implementado a lógica de medição, classificação e envio dos dados e realizamos o upload do firmware para o ESP32 via cabo USB. A programação segue a seguinte lógica:

ESP32 liga, configura pinos, desliga LEDs, conecta no Wi-Fi, a cada 0.5 segundo: mede distância (média de 5 leituras), converte distância em porcentagem (0% a 100%), classifica: SEGURO (verde), ATENÇÃO (amarelo), CRÍTICO (vermelho) e acende o LED correto, mostra os dados no Serial Monitor da IDE. A cada 10 segundos envia os dados para o servidor que atualiza o banco de dados e exibe no site. Se perder Wi-Fi: pisca os LEDs em sequência

7.5. Resultados do Projeto

Colocamos uma caixa abaixo do sensor para simular um alagamento em diferentes níveis, o led correspondente foi acionado, monitoramos os dados enviados ao servidor via Serial Monitor e foi exibido no nosso site



7.6. Resultados das medidas

Nível de Água	Distância Medida	Percentagem	Status
0 - 20 cm	50 - 70 cm	0% - 28,5%	Verde - SEGURO
20 - 30 cm	40 - 50 cm	28,5% - 42,8%	Amarelo - ATENÇÃO
Acima de 30 cm	0 - 40 cm	42,8% - 100%	Vermelho - CRÍTICO

8. MANUAL DO USUÁRIO:

8.1 Apresentação do Sistema

A HydroSafe é uma plataforma web desenvolvida para monitoramento de áreas sujeitas a alagamentos e enchentes. O sistema recebe informações enviadas pelos sensores instalados em pontos estratégicos da cidade e disponibiliza os dados aos usuários cadastrados por meio de uma interface simples e intuitiva.

Além da visualização das áreas monitoradas, o sistema permite o recebimento de alertas em tempo real sobre possíveis riscos de alagamento, contribuindo para a prevenção de acidentes e para a segurança da população.

8.2 Requisitos para Utilização

Para acessar o sistema, o usuário deverá possuir:

- Dispositivo com acesso à internet (computador, notebook, smartphone ou tablet)
- Navegador atualizado.
- Conta cadastrada na plataforma.

8.3 Acesso ao Sistema

Ao acessar a plataforma, o usuário será direcionado à tela de Login. Caso já possua cadastro, deverá informar:

- E-mail cadastrado.
- Senha de acesso.

Após a validação dos dados, o sistema redirecionará o usuário para a página principal.

8.4 Cadastro de Usuário.

Se for o primeiro acesso, o usuário deverá selecionar a opção "Cadastrar-se". Serão pedidas as seguintes informações:

- Nome completo.
- CEP.
- Endereço de e-mail.
- Número de telefone.

- Senha de acesso.

Após preencher todos os campos obrigatórios, o usuário deverá confirmar o cadastro para concluir o processo.

8.5 Página Inicial

A página inicial apresenta informações gerais sobre o projeto HydroSafe. Nela o usuário poderá visualizar:

- Informações institucionais.
- Descrição do projeto.
- Seção "Quem Somos".
- Barra de alertas.
- Menu de navegação.

A página fornece informações rápidas e facilita o acesso às demais funcionalidades do sistema.

8.6 Mapa de Pontos Monitorados

Após o login, o usuário terá acesso ao monitoramento. Nesta tela será exibido um mapa contendo os pontos onde os sensores estão instalados. O usuário poderá:

- Visualizar os locais monitorados.
- Selecionar um ponto específico.
- Consultar informações sobre o nível da água.
- Verificar a situação em tempo real do alerta.

Os dados são atualizados conforme as informações enviadas pelos sensores instalados.

8.7 Recebimento de Alertas

O sistema permite o envio de alertas automáticos quando houver risco de alagamento onde os alertas podem ser recebidos pelo Sistema Web, WhatsApp ou SMS. O usuário poderá configurar suas preferências de notificação na Barra de Alertas disponível na plataforma.

8.8 Gerenciamento de Perfil

Na seção Perfil, o usuário poderá visualizar e atualizar suas informações pessoais. Entre as funcionalidades disponíveis estão:

- Atualização de endereço.
- Atualização de telefone.
- Atualização de e-mail.
- Alteração de senha.

As alterações realizadas serão armazenadas automaticamente no sistema após confirmação.

8.9 Política de Privacidade e Termos de Uso

Para garantir a segurança das informações dos usuários, o sistema disponibiliza documentos contendo Política de Privacidade e Termos de Uso.

Esses documentos descrevem as regras de utilização da plataforma, o tratamento dos dados pessoais e os direitos dos usuários.

8.10 Encerramento da Sessão

Caso o usuário deseje finalizar a utilização da plataforma, recomenda-se que o usuário realize o encerramento da sessão por meio da opção "Sair", localizada no menu principal.

Essa ação evita acessos não autorizados à conta e aumenta a segurança das informações coletadas.

8.11 Suporte ao Usuário

Em caso de dúvidas, falhas ou dificuldades na utilização do sistema, o usuário poderá entrar em contato com a equipe responsável pelo projeto HydroSafe através dos canais de atendimento da plataforma.

O suporte tem como objetivo auxiliar os usuários e garantir o funcionamento do sistema de monitoramento e alerta de alagamentos.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver o *HydroSafe*, um sistema de monitoramento de nível de água e alerta de alagamentos, integrando hardware e software para fornecer informações em tempo real à população. O sistema foi projetado para auxiliar na prevenção de desastres naturais, oferecendo dados confiáveis sobre o nível da água em pontos estratégicos do município de Mongaguá.

Os resultados obtidos demonstraram que o sistema é funcional e atende aos objetivos propostos. O protótipo físico, composto por microcontrolador ESP32, sensor ultrassônico HC-SR04 e LEDs de alerta, foi capaz de medir o nível da água com precisão, classificar a situação em SEGURO, ATENÇÃO ou CRÍTICO e emitir alertas visuais correspondentes. Os dados foram enviados com sucesso ao servidor web via Wi-Fi utilizando o protocolo HTTP, sendo armazenados em banco de dados MySQL e disponibilizados por meio de um site responsivo desenvolvido em PHP, HTML, CSS e JavaScript.

A integração entre as diferentes áreas do conhecimento – eletrônica, programação, banco de dados e desenvolvimento web – mostrou-se fundamental para a construção de uma solução completa e viável. O baixo custo dos componentes (aproximadamente R\$ 127,00) demonstra a viabilidade econômica do sistema para replicação em múltiplos pontos da cidade, contribuindo para a criação de uma rede de monitoramento de alagamentos.

Como principais contribuições, destaca-se a criação de um sistema de alerta acessível à população, que pode auxiliar na tomada de decisões por parte de moradores e autoridades municipais. O site desenvolvido permite a visualização em tempo real dos níveis de água, com mapa interativo e lista de alertas, facilitando o acesso à informação.

Como limitações, o protótipo atual depende de conexão Wi-Fi para transmissão dos dados e não possui sistema de notificações automáticas por e-mail ou SMS, aspectos que podem ser aprimorados em versões futuras. Além disso, a autonomia da bateria ainda é limitada, sendo necessário o desenvolvimento de um modo de economia de energia para aplicações em campo.

Conclui-se que o *HydroSafe* representa uma solução tecnológica viável e de baixo custo para o monitoramento de alagamentos, contribuindo para a segurança da população e demonstrando a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao

longo do Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas. O projeto reforça a importância do uso da tecnologia como ferramenta para a resolução de problemas reais e para a promoção do bem-estar social.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DEFESA CIVIL. Defesa Civil Alerta. gov.br. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/defesa-civil-alerta>.

Acesso em: 08 out. 2025.

MONGAGUÁ. Mongaguá busca desassoreamento dos Rios Aguapeú e Bichoró, após limpeza de vegetação. Prefeitura de Mongaguá, 28 jan. 2025.

Disponível em: <https://mongagua.sp.gov.br/noticias/meio-ambiente/mongagua-busca-desassoreamento-dos-rios-aguapeu-e-bichoro-apos-limpeza-de-vegetacao>.

Acesso em: 08 out. 2025.

MONGAGUÁ. Serviços de drenagem acontecem pela cidade. Prefeitura de Mongaguá, 29 set. 2025. Disponível em:

<https://mongagua.sp.gov.br/noticias/servicos-externos/servicos-de-drenagem-acontecem-pela-cidade>. Acesso em: 08 out. 2025

Espressif. ESP32. Disponível em:

<https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32?7&0&1&2> Acesso em: 22 out.

2025

Espressif. ESP32-WROOM-32, Datasheet Version 3.6. Disponível em:

https://documentation.espressif.com/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf. Acesso em:

26 out. 2025.

Eletrogate. Monitoramento do Nível de Reservatórios de Água. 27 mar. 2025.

Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/monitoramento-do-nivel-de-reservatorios-de-agua/>. Acesso em: 22 out. 2025

RODRIGUES, Marcos. SKILLS TECNOLÓGICAS, A Linguagem C++ nos Dias Atuais: Ainda É Relevante? 6 ago. 2024. Disponível em:

<https://skillstecnologicas.com/a-linguagem-c-nos-dias-atuais/#3-aplicacoes-em-tempo-real>. Acesso em: 22 out. 2025

HILLMAN, Mônica. Alura, HTML: o que é, a importância para a Web, como aprender e um Guia para iniciantes. 21 jun. 2023. Disponível em:

<https://www.alura.com.br/artigos/html?srsId=AfmBOooxYB5agbrBS2fLejf1T8CBqcgKyRCE6zdorCwISHYXw6YJbziw#o-que-e-html>. Acesso em: 22 out. 2025

EBAC Escola Britânica de artes criativas e tecnologia. O que é CSS e para que serve? 14 ago. 2023. Disponível em: <https://ebaonline.com.br/blog/o-que-e-css-e-para-que-serve-seo>.

Acesso em: 22 out. 2025

EBAC Escola Britânica de artes criativas e tecnologia. O que é JavaScript e como funciona? 20 jul. 2023. Disponível em: <https://ebaonline.com.br/blog/o-que-e-javascript-seo>. Acesso em: 22 out. 2025

PHP, O que é o PHP e o que ele pode fazer? Disponível em: https://www.php.net/manual/pt_BR/introduction.php. Acesso em: 22 out. 2025

ERICKSON, Jeffrey. Oracle, MySQL: Entendendo o que é e como é usado. 29 ago. 2024. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/mysql/what-is-mysql/>. Acesso em: 22 out. 2025

Schneider, Josh. Smalley, Ian. IBM. O que é um microcontrolador? Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/microcontroller>. Acesso em: 26 out. 2025.

Diy Robot, Keyes. Water Sensor Module User's Manual. Disponível em: https://curtocircuito.com.br/datasheet/sensor/nivel_de_agua_analogico.pdf?srsId=AfmBOorkGVvdreZ5UE6i7OYw2YQQEemmmJy1k9G66FbGqzr8wsv2FmH2. Acesso em: 26 out. 2025.

Last Minute Engineers. Como funciona o sensor de nível de água e sua interface com o Arduino. Disponível em: <https://lastminuteengineers.com/water-level-sensor-arduino-tutorial/>. Acesso em: 26 out. 2025.

Eletrogate. Sensor Ultrassônico HC-SR04 com Arduino. 25 ago. 2022. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/>. Acesso em: 26 out. 2025.

Guse, Rosane. Make Hero. Como funciona uma protoboard? 12 abr. 2024. Disponível em: https://www.makerhero.com/blog/como-funciona-uma-protoboard/?srsId=AfmBOooLwW2RrcxnjKRQK68wQPVbAm0bkIYPfmrPdJdey_bD43Ma6PVK. Acesso em: 26 out. 2025.

Castro, Giovanni de. Robo Core. Introdução ao Resistor. Disponível em: https://www.robocore.net/tutoriais/introducao-ao-resistor?srsId=AfmBOopckUvxnzGSgwnJ3f8abmQgMnj-0-o-JhITnpkBdc_yvLm9faWX. Acesso em: 26 out. 2025.

Guse, Rosane. Make Hero. O que é LED: funcionamento, tipos e exemplos. 23 abr 2024. Disponível em: https://www.makerhero.com/guia/componentes-eletronicos/led/?srsId=AfmBOop-Pb2JBrPcll9ooMgnLTdw8Euw7NCFEs_Qm3LWifm1w5gNABOc. Acesso em: 26 out. 2025.

EngEasier | Automação com Arduino e ESP32. Enviar dados de sensores para app inventor 16 mai. 2023. Acesso em: <https://www.youtube.com/watch?v=qBto9zfat-c>. Duração: 0:8:17. Acesso em: 26 out. 2025.

Neoenergia. Compartilhamento de Infraestrutura. Disponível em:

https://www.neoenergia.com/web/sp/seu-negocio/compartilhamento-de-infraestrutura?p_l_back_url=%2Fweb%2Fsp%2Fbusca%3Fq%3Dcompartilhamento&p_l_back_url_title=Busca&page_number_707de37d-222d-d652-0ed3-6d157e05bb37=3. Acesso em: 8 mai. 2026.