

DISPOSITIVO ARDUINO PARA LIXEIRAS DE BUEIROS

Daironi Nascimento dos Santos

Esther Fernandes Nascimento

Igor da Conceição Antunes

Prof. Luis Gabriel Rodrigues Mendes

Prof. Kleber Nogueira

E.E. PEI Professor Celso Piva

Resumo

O projeto Dispositivo Arduino para Lixeiras de Bueiros foi concebido como uma extensão tecnológica da lixeira para bueiros, visando atender à necessidade de monitorar em tempo real o nível de resíduos acumulados e prevenir falhas no sistema de drenagem urbana. O objetivo central consistiu em criar uma solução automatizada, de baixo custo e de fácil implementação, que pudesse enviar dados confiáveis sobre o acúmulo de resíduos, permitindo ações de manutenção mais ágeis e eficientes. A metodologia adotada envolveu a integração de um sensor ultrassônico, responsável por medir a distância entre a tampa do bueiro e o topo do material retido, um módulo de gps para localizar a lixeira e um módulo de cartão SIM para que o dispositivo tenha internet para enviar os dados ao sistema, integrados a um microcontrolador Arduino, encarregado de processar as informações coletadas. Após a programação adequada, o dispositivo foi configurado para disponibilizar os dados em tempo real, possibilitando a análise contínua da capacidade da lixeira e a definição do momento ideal para sua limpeza. Além de contribuir para a redução da ocorrência de inundações, o dispositivo representa um avanço no uso da tecnologia a favor da sustentabilidade, agregando valor à solução inicial da lixeira ao ampliar sua eficiência. O projeto também está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, em especial os ODS 11, 12 e 13, ao promover cidades mais sustentáveis, incentivar o consumo responsável e apoiar ações de mitigação às mudanças climáticas. Essa iniciativa busca demonstrar o potencial da aplicação da eletrônica embarcada no enfrentamento de problemas ambientais urbanos, promovendo cidades mais inteligentes, resilientes e comprometidas com a gestão responsável dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: Monitoramento de Resíduos. Sustentabilidade. Prevenção de Inundações.

Introdução

A crescente urbanização e o aumento da produção de resíduos sólidos têm gerado desafios significativos para a gestão eficiente do lixo nas cidades. A obstrução dos sistemas de drenagem, como bueiros, devido ao acúmulo de resíduos, pode causar inundações, danos ambientais e riscos à saúde pública. Estudos indicam que a implementação de sistemas inteligentes de monitoramento de resíduos pode otimizar a coleta e reduzir esses impactos (Sureshkumar & Prabha, 2019; Morallo, 2017).

Diante desse cenário, o projeto Dispositivo Arduino para Lixeiras de Bueiros visa desenvolver uma solução inovadora para monitorar em tempo real o nível de resíduos acumulados em lixeiras instaladas em bueiros. Utilizando sensores ultrassônicos, módulos GSM e GPS, o sistema permite o envio automático de alertas sobre o nível de enchimento e a localização exata da lixeira, facilitando a programação eficiente da coleta e prevenindo obstruções nos sistemas de drenagem.

A relevância deste projeto está na aplicação de tecnologias acessíveis e sustentáveis para melhorar a gestão de resíduos urbanos. Ao integrar sensores de proximidade, comunicação móvel e rastreamento geográfico, busca-se não apenas otimizar a logística da coleta, mas também contribuir para a redução de inundações e a preservação ambiental.

O objetivo principal é desenvolver um protótipo funcional que possa ser implantado em áreas urbanas, proporcionando dados em tempo real para as autoridades responsáveis pela gestão de resíduos.

Objetivo

Desenvolver um dispositivo eletrônico baseado em Arduino capaz de monitorar em tempo real o nível de resíduos em lixeiras para bueiros, enviando dados sobre o enchimento e a localização das unidades para otimizar a coleta, prevenir obstruções nos sistemas de drenagem urbana e contribuir para a preservação ambiental.

Metodologia

A metodologia foi estruturada em três etapas principais: levantamento de dados, seleção de materiais e programação/integração, com o objetivo de organizar o desenvolvimento do dispositivo. Essa divisão permitiu isolar etapas diferentes do processo, facilitando a análise dos resultados e assegurando que cada fase fosse validada antes de avançar para a seguinte.

A. Levantamento de dados

Na primeira instância, pesquisamos os históricos de alagamentos em diversos bairros de Guarulhos. De acordo com (Jeronymo, 2025) houve eventos recentes de chuvas intensas, que ultrapassaram 100 mm em um único dia. Nessas ocasiões, bairros como **Vila Flórida, Centro, Jardim Nazaré e Cocaia** registraram alagamentos em residências. (Andrade, 2025) complementa que também foram registrados volumes significativos de chuva em regiões como **Cumbica (74,2 mm), Vila Nova Bonsucesso (71,0 mm), Jardim Nova Cidade (67,2 mm) e Cidade Aracília (51,4 mm)**, o que gerou pontos críticos de enchente em vias públicas e residências.

Com base nessas pesquisas, constatamos que o **bairro Jardim Moreira**, onde se localiza a nossa escola, também é considerado uma área de risco para alagamentos. Assim, foi realizado um diagnóstico específico das condições de um bueiro situado em frente à **E.E. PEI Professor Celso Piva**. O levantamento incluiu a observação dos resíduos mais frequentes, os problemas de entupimento e o histórico de inundações na região.

Durante o período de monitoramento, verificou-se que a lixeira instalada reteve aproximadamente 304 cm³ de resíduos sólidos. Contudo, essa medição foi realizada sem a presença do dispositivo de monitoramento automatizado, o que evidenciou a dificuldade em coletar dados precisos de forma manual. Diante dessa limitação, surgiu a necessidade de desenvolver o sistema proposto no projeto, a fim de oferecer um monitoramento contínuo e confiável.

B. Materiais utilizados

O protótipo foi construído com os seguintes componentes:

- *Microcontrolador Arduino Uno*: responsável pelo processamento e integração dos sensores.
- *Sensor ultrassônico HC-SR04*: utilizado para medir o nível de enchimento da lixeira.
- *Módulo SIM800L (GSM)*: possibilita a transmissão de dados pela rede móvel.
- *Módulo GPS*: fornece a localização exata da lixeira.
- *Bateria*: utilizada como fonte de energia do dispositivo, garantindo mobilidade e autonomia durante os testes.

Para a fixação do sistema na lixeira, será utilizada uma caixa protetora impressa em 3D, que servirá para abrigar os componentes eletrônicos e protegê-los contra água e danos externos.

Após a apresentação do projeto, os componentes serão devolvidos a escola para que mais alunos possam testar seus conhecimentos aprendidos em suas aulas de robótica.

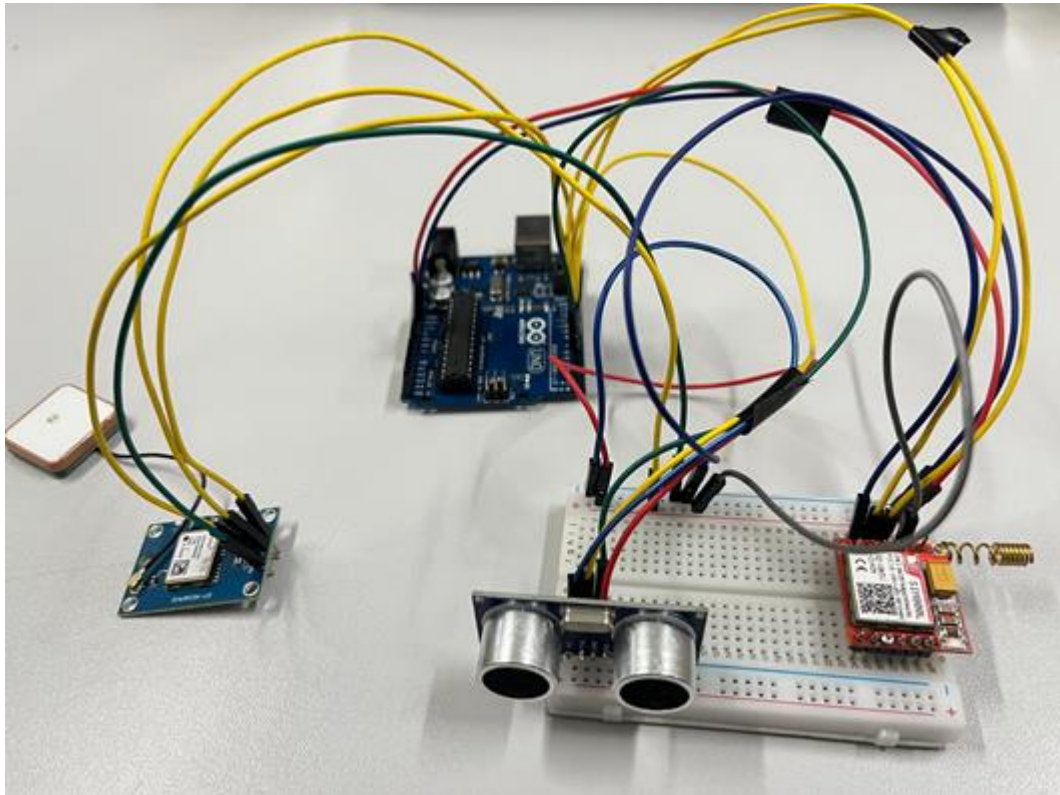


Figura 1 – Protótipo do Arduino

C. Programação e integração

O Arduino foi programado em linguagem C++ para coletar e processar dados dos sensores. Os dados são enviados via GSM (Cartão SIM) para um sistema digital integrado ao aplicativo e ao site, garantindo monitoramento em tempo real.

D. Interface do app

Login: Esta tela tem como objetivo garantir a autenticação dos usuários, permitindo que apenas pessoas previamente cadastradas possam utilizar as funcionalidades oferecidas. O processo de autenticação ocorre por meio do preenchimento de dois campos obrigatórios: endereço de e-mail e senha. Essa etapa é fundamental para a segurança da aplicação, uma vez que protege os dados e informações operacionais de acesso indevido. Além disso, a tela apresenta um design simples e direto, priorizando a clareza das informações e a facilidade de

navegação. Dessa forma, a interface contribui para uma experiência mais intuitiva, assegurando que os usuários possam realizar o login de forma ágil e sem dificuldades. Conforme a Figura 2.

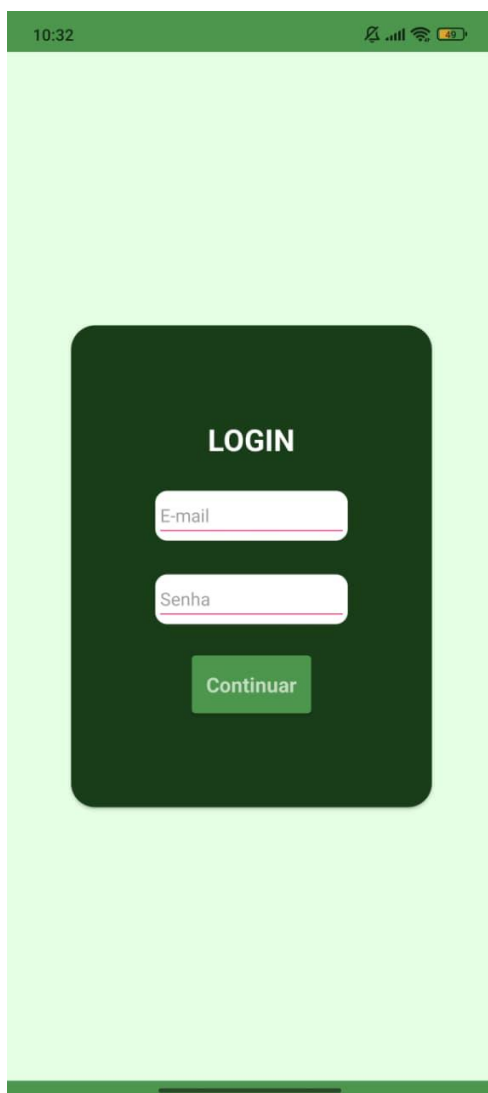


Figura 2 – Página de Login (Aplicativo)

Tarefas: A funcionalidade Lista de Tarefas do aplicativo SmartBin foi desenvolvida para organizar e gerenciar as ocorrências registradas em campo. Nessa tela, o usuário tem acesso às informações referentes ao status das lixeiras, incluindo as coordenadas geográficas obtidas via GPS. No exemplo da Figura 3, o sistema exibe a ocorrência “Lixeira cheia”, acompanhada da localização exata.

Além da visualização, o aplicativo oferece duas opções de ação: “Reportar”, que confirma e envia a ocorrência ao sistema central, e “Concluído”, que atualiza automaticamente o status, indicando que a tarefa foi finalizada. Essa dinâmica garante maior controle das atividades, reduzindo falhas de comunicação e otimizando o processo de coleta.

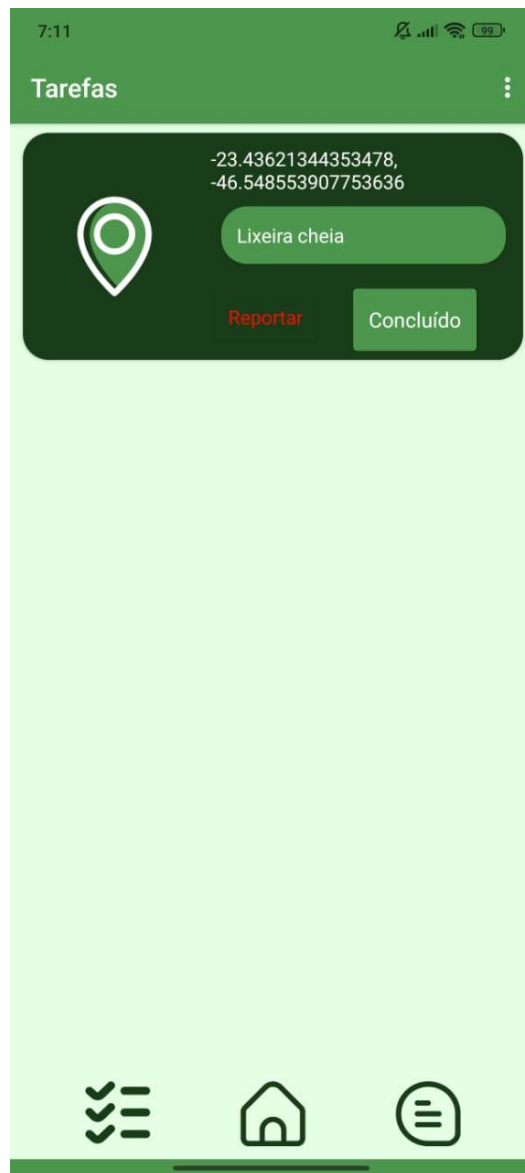


Figura 3 – Página de Tarefas

Chat: Esta interface funciona como o ponto inicial de navegação, onde o usuário pode visualizar e escolher os canais de comunicação disponíveis.

- No cabeçalho, é exibido o título “Grupos”, que indica o propósito da tela.

- Logo abaixo, encontram-se os botões correspondentes às opções de conversas privadas ou em grupo.
- Cada botão direciona o usuário para a respectiva sala de chat.
- Na parte inferior, há uma barra de navegação com três ícones principais: lista (organização das conversas ou tarefas), home (retorno à tela inicial) e menu (funções adicionais).

Essa estrutura permite que o usuário escolha facilmente o espaço de interação desejado, seja em conversas individuais (privadas) ou coletivas (grupos). Conforme a Figura 4.



Figura 4 – Página de chat privado e de grupo

Após selecionar um grupo ou conversa privada, o usuário é direcionado à tela de chat.

- O cabeçalho apresenta o nome da sala de chat (exemplo: *Chat Privado 1*), facilitando a identificação do espaço em que a conversa está acontecendo.

- Abaixo, está o espaço onde as mensagens são exibidas em ordem cronológica, destacando o remetente e o conteúdo.
- Na parte inferior, encontra-se a barra de envio de mensagens, composta por:
 - Campo de texto para digitação (“Envie sua mensagem”);
 - Botão de envio, representado por uma seta.
- Assim como na tela anterior, a barra de navegação inferior permanece disponível para facilitar a alternância entre as demais funcionalidades do sistema. Conforme a Figura 5.



Figura 5 – Chat privado

E. Interface do site

Home: Ao entrar no site SmartBin, o usuário terá contato com a página inicial. Conforme a figura 6. A página inicial do sistema foi desenvolvida com o objetivo de apresentar

de forma clara e intuitiva a proposta do projeto. Sua estrutura busca integrar recursos visuais e informativos que transmitam os princípios centrais da iniciativa: sustentabilidade, inovação tecnológica e impacto social.

Logo abaixo, destaca-se o banner principal (hero section), no qual é exibida a imagem do protótipo composto por sensores e microcontroladores, acompanhada do slogan “Contribua para um planeta mais limpo e sustentável!”. Essa seção tem a função de captar a atenção do visitante e evidenciar de imediato a missão ambiental e tecnológica do projeto.

Em seguida, a página organiza-se em blocos de conteúdo que explicam os principais aspectos do sistema:

Bem-vindo: apresenta o visitante ao projeto, destacando a motivação de desenvolver uma solução inovadora capaz de contribuir para a melhoria da qualidade de vida urbana.

O que é?: descreve o funcionamento do dispositivo, ressaltando que este utiliza sensores Arduino para monitorar em tempo real o nível de preenchimento das lixeiras, transmitindo os dados a uma plataforma web para auxiliar a gestão de resíduos.

Criação: explica o contexto de desenvolvimento, enfatizando que a proposta surgiu da necessidade de automatizar a verificação de lixeiras públicas (Ecolixeira). Desenvolvido por estudantes, o sistema foi projetado para enviar alertas automaticamente quando os recipientes atingem um nível elevado de resíduos, tornando o processo mais eficiente.

Importância: evidencia os benefícios do projeto, como a otimização da coleta de resíduos, a prevenção de alagamentos, a economia de recursos públicos e a contribuição para uma cidade mais limpa e organizada em tempo real.

Assim, a página inicial não apenas apresenta o dispositivo, mas também desempenha papel fundamental na comunicação do impacto social e ambiental do projeto. Sua construção foi planejada para combinar clareza informacional e atratividade visual, tornando-se um ponto de partida estratégico para a compreensão do sistema e de sua relevância.



Figura 6 – Página inicial (site)

Contatos: Ao rolar a página, o usuário encontra a seção de Contatos, que foi desenvolvida para oferecer suporte e facilitar a comunicação com a equipe do projeto. Nesse espaço, são disponibilizados o e-mail institucional, o telefone para atendimento e o endereço físico, permitindo diferentes formas de interação de acordo com a necessidade do usuário. Conforme a Figura 8.

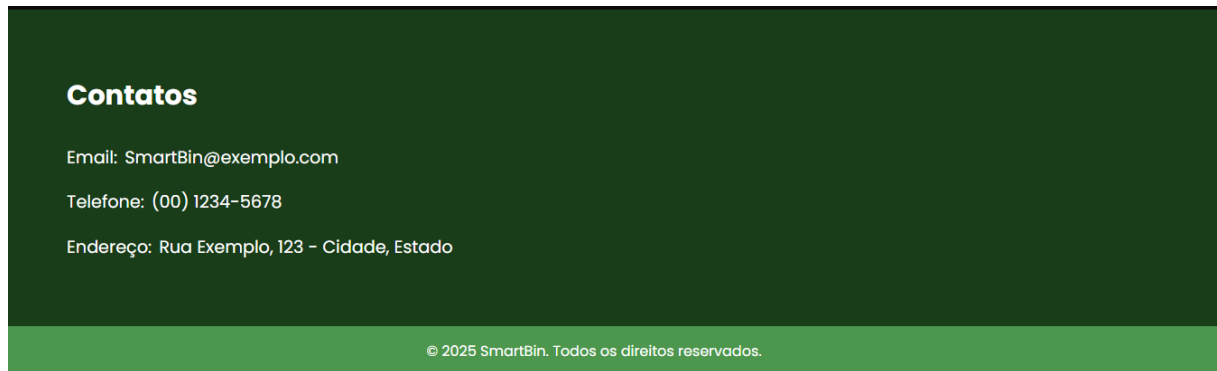


Figura 8 – Página de contatos

Login: Ao observar o cabeçalho do site, o usuário encontra o botão “Login”, localizado no canto superior direito da página. Esse botão funciona como um atalho, redirecionando o administrador diretamente para a página de autenticação, onde será necessário inserir suas credenciais (e-mail e senha) para acessar as áreas restritas do sistema. Conforme a figura 9. A página de login desempenha a função de autenticação de usuários no sistema SmartBin. Seu objetivo é restringir o acesso às funcionalidades internas apenas a pessoas devidamente cadastradas, garantindo segurança e integridade das informações.

Estrutura da página:

Campos de autenticação:

- O campo E-mail recebe o identificador único do usuário.
- O campo Password coleta a senha correspondente, que é mascarada para proteger a privacidade durante a digitação.

Botão de acesso:

Ao acionar o botão “Entrar”, os dados preenchidos são enviados ao servidor por meio de uma requisição.

No back-end, o sistema valida as credenciais comparando o e-mail e a senha fornecidos com os registros armazenados no banco de dados.

Caso a autenticação seja bem-sucedida, o usuário é redirecionado para a área restrita do sistema. Se falhar, uma mensagem de erro deve ser exibida, solicitando a correção das informações.

Recuperação de senha:

A opção “Esqueceu a senha?” direciona o usuário a um fluxo de redefinição, normalmente por meio do envio de um link ou código de verificação para o e-mail cadastrado.

Aspectos de design e usabilidade:

A interface é minimalista e centralizada, priorizando a clareza e a objetividade no processo de login.

O uso da paleta em tons de verde reforça a identidade visual associada ao projeto SmartBin, alinhada à temática ambiental.

Importância no sistema:

A página de login é fundamental para o controle de acesso, atuando como barreira de segurança. Além de proteger os dados dos usuários, ela garante que apenas pessoas autorizadas possam interagir com as informações coletadas pelo sistema SmartBin, como registros de monitoramento das lixeiras inteligentes.

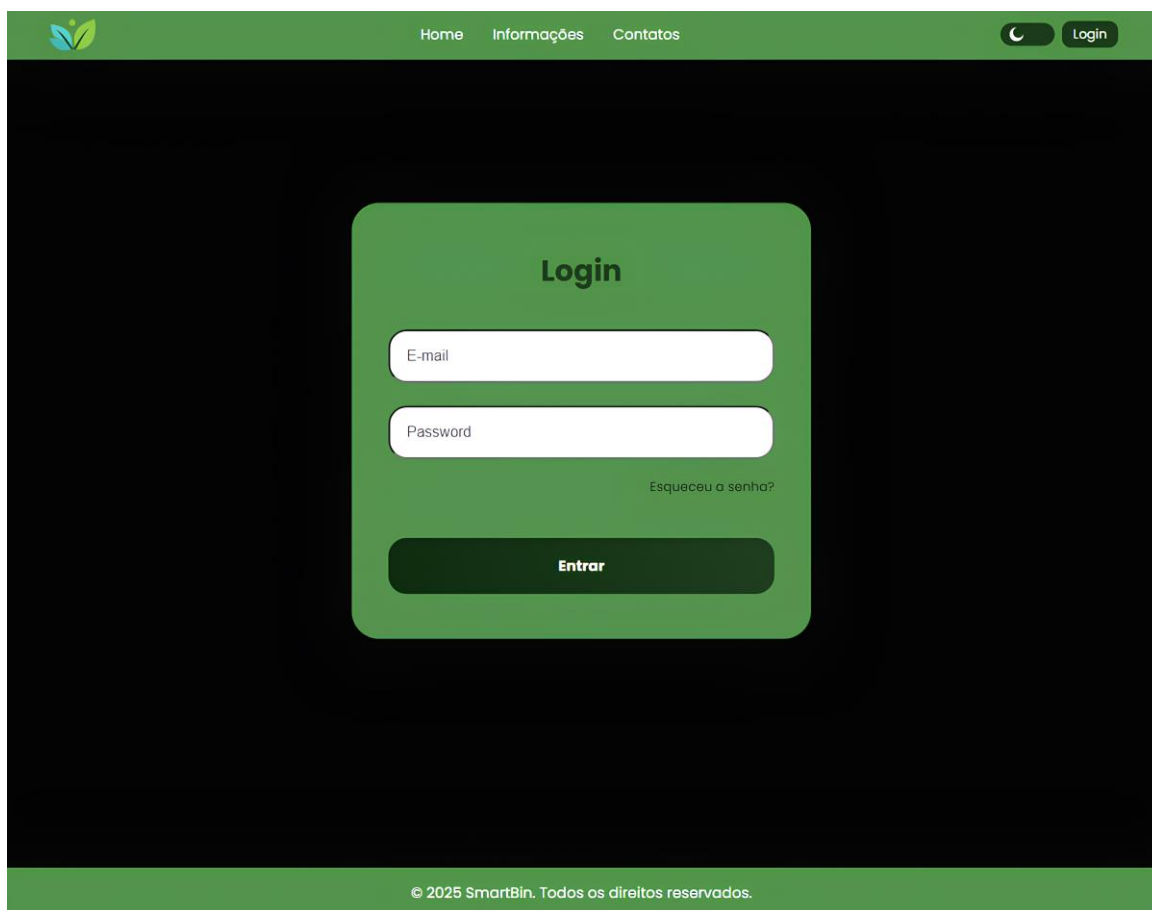


Figura 9 – Página de login

Admin: A página inicial do administrador (figura 10) concentra as principais funcionalidades de gerenciamento do sistema. Nessa interface, é disponibilizado um mapa interativo que indica a localização geográfica de cada lixeira monitorada, a partir das coordenadas transmitidas pelo dispositivo Arduino. Além da posição, o sistema apresenta em tempo real o nível de preenchimento dos resíduos, expresso em porcentagem, possibilitando um acompanhamento preciso do estado das lixeiras.

A interface também dispõe de um recurso que permite acionar diretamente uma equipe de coleta. Dessa forma, quando o nível de enchimento atinge valores críticos, o administrador pode encaminhar a solicitação de atendimento de forma imediata, otimizando o processo de coleta e evitando situações de transbordamento.

Na parte superior da página encontra-se a barra de navegação, que integra funcionalidades de apoio à gestão. Entre elas, destacam-se: a seção de cadastro de funcionários, utilizada para o gerenciamento de acessos ao aplicativo; o chat integrado, que possibilita a

comunicação direta com as equipes de campo; e a área de **serviços**, destinada ao envio de comandas de trabalho para execução operacional.

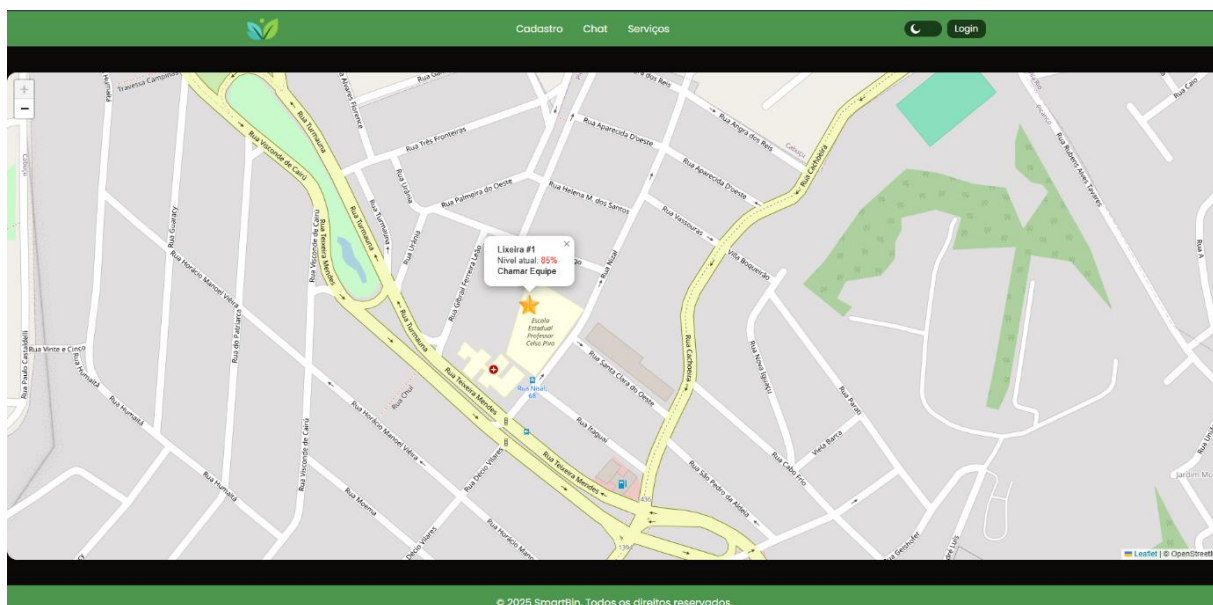


Figura 10 – Página do administrador

Cadastro: A tela de Cadastro de Usuário tem como finalidade registrar os funcionários que atuam em campo, garantindo a eles o acesso ao aplicativo do sistema. O formulário de cadastro solicita informações básicas, como nome, e-mail, senha e tipo de usuário, assegurando que cada colaborador possua credenciais próprias e seguras para autenticação.

Esse processo de cadastro é fundamental para o controle de acessos, permitindo que apenas usuários autorizados realizem login na plataforma. Além disso, a definição do tipo de usuário possibilita a diferenciação entre perfis administrativos e operacionais, contribuindo para a organização e a gestão hierárquica dentro do sistema.

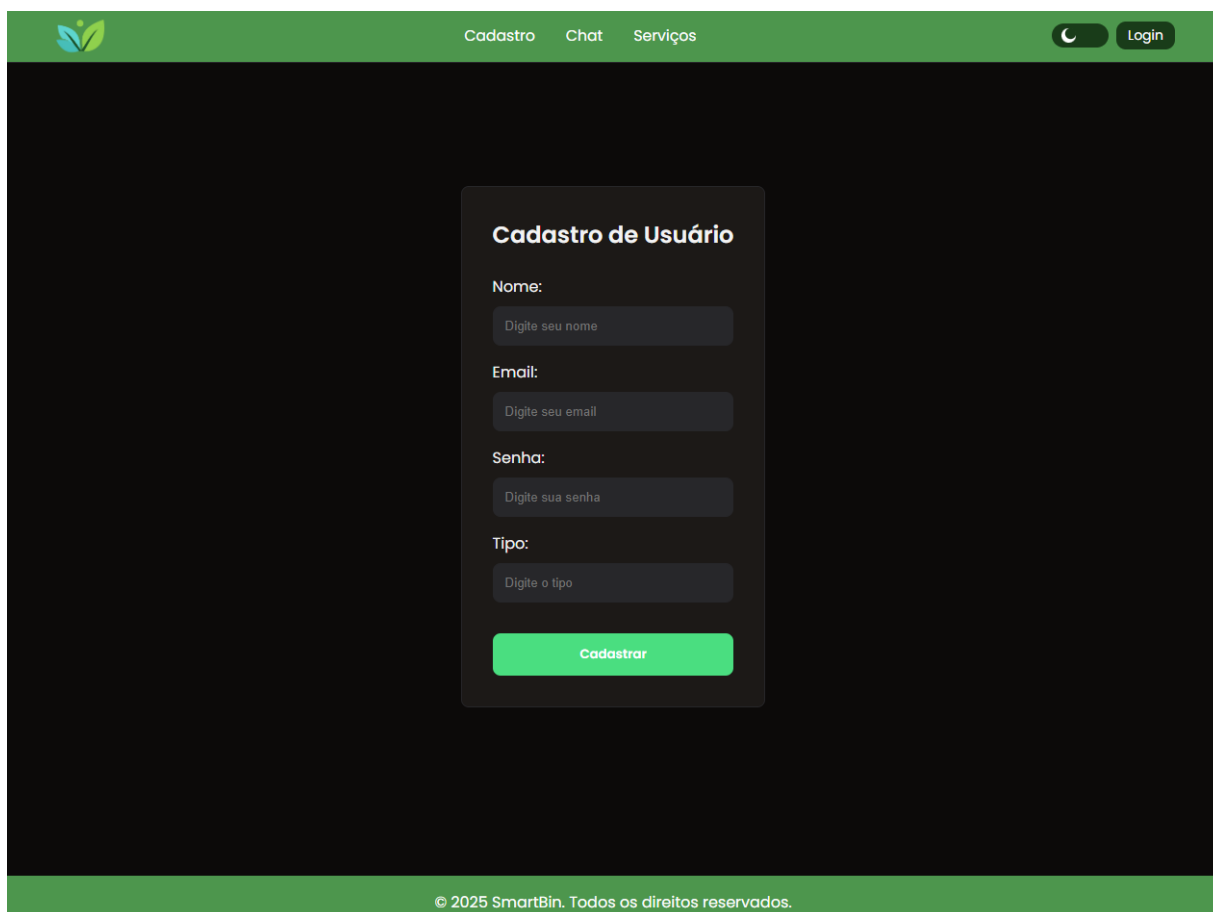


Figura 11 - Cadastro de usuário

Chat: A página de chat tem como objetivo estabelecer a comunicação em tempo real entre o administrador e os funcionários que atuam em campo por meio do aplicativo. Essa funcionalidade permite o envio e recebimento instantâneo de mensagens, criando um canal direto para repasse de instruções, atualização de status das coletas e resolução de possíveis ocorrências durante a operação.

A integração do chat entre o site administrativo e o aplicativo dos colaboradores garante maior eficiência na coordenação das atividades, reduzindo falhas de comunicação e agilizando a tomada de decisão. Além disso, a ferramenta centraliza o histórico de interações,

possibilitando maior transparência no acompanhamento das ações realizadas pelas equipes externas.

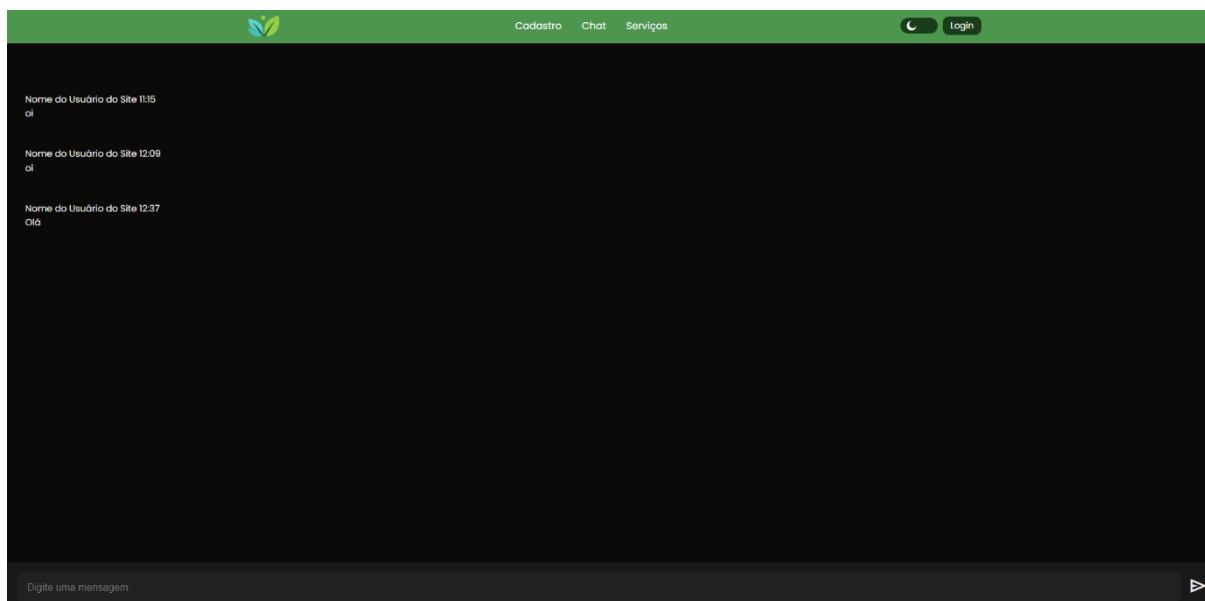


Figura 12 – Página de chat (site)

Desenvolvimento

O projeto foi idealizado a partir da necessidade de monitorar o nível de resíduos acumulados em lixeiras de bueiro, buscando trazer informações relevantes que auxiliem na melhoria do desempenho da coleta. A escolha do tema surgiu da percepção de um problema recorrente: a grande quantidade de resíduos que acabam obstruindo os bueiros e comprometendo tanto a coleta quanto a qualidade do ambiente urbano. Para enfrentar esse desafio, optamos por utilizar o Arduino, que possibilita a criação de soluções tecnológicas acessíveis, capazes de otimizar processos e gerar dados em tempo real. Durante a fundamentação, realizamos pesquisas em diferentes referências que reforçaram a importância de projetos ligados à sustentabilidade e inovação tecnológica, confirmando a viabilidade da proposta.

A hipótese inicial que orientou o experimento foi a de que, se utilizássemos o Arduino para desenvolver um sistema de monitoramento, então conseguiríamos resultados mais precisos sobre o acúmulo de resíduos, otimizando o processo de coleta e reduzindo problemas de entupimento. Apesar de não termos previsões exatas sobre o funcionamento no início, acreditávamos que o projeto poderia trazer impacto positivo e, por isso, seguimos com a ideia.

Durante o desenvolvimento, nos deparamos com algumas dificuldades que exigiram adaptações. Entre elas, destacam-se a falta de materiais específicos, erros na programação do Arduino e falhas em sensores utilizados para medir o nível de resíduos. Além disso, no planejamento inicial havia a previsão de uso de LEDs, mas essa etapa acabou sendo descartada, pois não se mostrou necessária para o funcionamento da proposta.

O processo de criação passou por várias etapas importantes: começamos com pesquisas teóricas, depois desenhamos o protótipo, fizemos a aquisição dos materiais necessários, partimos para a montagem do circuito e, por fim, realizamos testes práticos. O momento mais desafiador foi a programação do Arduino, que exigiu ajustes constantes para garantir que os sensores respondessem corretamente às condições simuladas.

O protótipo ainda está em fase de finalização, mas já é possível prever seu potencial. Não pensamos em mudar a proposta original, e sim em aprimorá-la e adicionar novas funcionalidades em versões futuras. O objetivo central permanece o mesmo: aumentar a eficiência da coleta de resíduos em bueiros, prevenindo entupimentos, reduzindo impactos ambientais e promovendo uma melhor qualidade de vida no espaço urbano.

Resultados e Discussões

Embora o protótipo ainda não esteja finalizado, foram realizadas simulações e análises com base em pesquisas bibliográficas sobre o uso de sensores ultrassônicos em sistemas de monitoramento de resíduos. Estudos demonstram que essa tecnologia é eficaz para identificar a proximidade de objetos sólidos, permitindo estimar o nível de enchimento das lixeiras de forma confiável (SILVA et al., 2020).

Inicialmente, a proposta de alerta era feita apenas por meio de LED, mas, com o avanço do projeto, foi adicionada a função de envio de mensagens para um site desenvolvido pelo grupo. Esse recurso é inspirado em soluções semelhantes de gerenciamento de resíduos inteligentes, já relatadas na literatura sobre Internet das Coisas (KHAN et al., 2017), e amplia a utilidade do sistema ao possibilitar que agentes de coleta recebam informações em tempo real.

O custo aproximado do protótipo foi de R\$ 200,00, valor considerado acessível para testes e implementação inicial. Em larga escala, a viabilidade técnica é realista, mas exigiria manutenção periódica para substituição de sensores e calibração dos dispositivos (BANZI; SHILOH, 2014). Do ponto de vista econômico, o investimento pode ser compensado pela redução de problemas relacionados ao acúmulo de lixo em bueiros, como enchentes e poluição de rios — desafios já destacados por relatórios oficiais sobre saneamento urbano no Brasil (IBGE, 2018).

Entre os impactos positivos esperados destacam-se:

- Apoio aos coletores urbanos, que receberiam informações precisas sobre quando realizar a coleta.
- Redução de lixo em rios e córregos, contribuindo para melhorias ambientais e qualidade de vida da população (PNUMA, 2025).

Assim, mesmo que ainda em fase de protótipo, os resultados simulados e os estudos levantados demonstram que a tecnologia proposta é viável e apresenta potencial significativo para aplicação em cidades que enfrentam problemas com gestão de resíduos e enchentes urbanas.

Considerações Finais

O desenvolvimento do projeto mostrou que o uso do Arduino é uma alternativa prática e de baixo custo para auxiliar no monitoramento de resíduos em bueiros. A proposta, mesmo em caráter experimental, já demonstrou potencial para reduzir alagamentos e melhorar a eficiência da coleta, contribuindo para uma cidade mais organizada e sustentável. Entre as principais limitações encontradas, destacam-se a ausência de testes em campo e a necessidade de aprimorar a comunicação do sistema com os agentes responsáveis. No entanto, esses desafios também apontam caminhos futuros de melhoria, como a implementação de sensores mais precisos, testes práticos em ambientes reais e maior integração com plataformas digitais. Assim, além de contribuir para a preservação ambiental, o projeto possibilitou um aprendizado valioso à equipe, unindo tecnologia, inovação e consciência social.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA BRASIL. Temporal causa alagamentos na região metropolitana de São Paulo. Agência Brasil, 10 fev. 2025. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2025-02/temporal-causa-alagamentos-na-regiao-metropolitana-de-sao-paulo>. Acesso em: 22 set. 2025.

ARDUINO. What is Arduino?. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em: 29 set. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform. 3. ed. Sebastopol: Maker Media, 2014.

GUARULHOS TODO DIA. Vila Any e Jardim Santo Afonso, em Guarulhos, sofrem com alagamentos. Guarulhos Todo Dia, 1 fev. 2025. Disponível em: <https://guarulhostododia.com.br/noticias/2025/02/01/vila-any-e-jardim-santo-afonso-em-guarulhos-sofrem-com-alagamentos/>. Acesso em: 30 set. 2025.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: set. 2025.

KHAN, Wajahat et al. Smart waste management system using IoT. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, v. 8, n. 3, p. 424–428, 2017.

MORALLO, N. T. Smart bin design based on global system for mobile communications modem and ultrasonic sensor interface using Arduino Uno board as platform. JPAIR Multidisciplinary Research, [s. l.], v. 29, n. 1, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326818499_Smart_Bin_Design_Based_on_Global_System_for_Mobile_Communications_Modem_and_Ultrasonic_Sensor_Interface_using_Arduino_Uno_Board_as_Platform. Acesso em: 9 set. 2025.

PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). Poluição plástica e resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <https://www.unep.org/>. Acesso em: set. 2025.

SILVA, João Paulo et al. Aplicação de sensores ultrassônicos para medição de nível em ambientes urbanos. Revista Brasileira de Engenharia Urbana, v. 12, n. 2, 2020.

SURESHKUMAR, R.; PRABHA, S. U. Smart garbage management system using GPS and GSM. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, [s. l.], v. 8, n. 6, p. 230–235, abr. 2019. Disponível em: <https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v8i6/F3452048619.pdf>. Acesso em: 9 set. 2025.