

Laboratório de Engenharia de Software

Projeto: Plataforma de Acessibilidade Urbana com
IA

São Paulo
2025

Conteúdo

1 Introdução

O Projeto em questão é uma aplicação Web que tem como ponto central a sistematização do processo de relato, monitoramento e divulgação das falhas de problemas de acessibilidade, na rede de transporte público de grandes centros urbanos. A proposta é inspirada pelo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de número 11, sobre Cidades e Comunidades Sustentáveis, da Organização das Nações Unidas (ONU).

A plataforma proposta utiliza tecnologias acessíveis para criar um mapa colaborativo de barreiras de acessibilidade urbana na rede pública de transporte, transformando dados enviados por cidadãos em informações estruturadas e acionáveis para gestão pública.

2 Definição da Demanda

2.1 Problema/Oportunidade Percebida

As cidades brasileiras enfrentam graves deficiências em acessibilidade urbana, impactando diretamente a qualidade de vida de pessoas com mobilidade reduzida, idosos, usuários de cadeiras de rodas, pessoas com deficiência visual e famílias com carrinhos de bebê. Os principais problemas identificados incluem:

- **Falta de dados estruturados:** inexistência de base centralizada e atualizada sobre barreiras de acessibilidade
- **Informações fragmentadas:** relatos dispersos em redes sociais e canais isolados sem sistematização
- **Ausência de priorização técnica:** gestores públicos tomam decisões sem dados concretos sobre impacto e urgência
- **Invisibilidade do problema:** barreiras não documentadas perpetuam a exclusão social
- **Alto custo de mapeamento manual:** levantamentos tradicionais demandam recursos humanos e tempo excessivos
- **Baixa transparência social:** ausência de acesso público e acompanhamento das ações reduz a confiança e a participação cidadã

2.2 Razão/Justificativa da Demanda

A demanda por uma solução tecnológica de mapeamento de acessibilidade urbana se justifica pelos seguintes fatores:

- **Impacto social:** 17,2 milhões de brasileiros com dificuldade de locomoção (IBGE 2019) enfrentam perda de autonomia e dignidade
- **Conformidade legal:** Necessidade de cumprimento da Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146/2015)
- **Eficiência na gestão pública:** Má alocação de recursos públicos em intervenções não prioritárias devido à falta de dados

- **Inclusão social:** Barreiras arquitetônicas perpetuam a exclusão de uma parcela significativa da população
- **Sustentabilidade urbana:** Alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU

2.3 Descrição do Produto de Software

A solução proposta é uma plataforma open-source que utiliza tecnologias acessíveis para criar um mapa colaborativo e inteligente de barreiras de acessibilidade urbana. Os componentes principais incluem:

Principais componentes:

- **Sistema de Coleta Colaborativa:** cidadãos reportam problemas com fotos e geolocalização.
- **Plataforma de Dados Abertos:** disponibilização pública dos dados.
- **Mapa Interativo:** visualização em tempo real das barreiras.
- **Painel de Gestão:** dashboard para gestores públicos e sociedade civil acompanharem indicadores.

2.4 Clientes, Usuários e Demais Grupos de Interesse

Usuários Primários:

- Pessoas com deficiência física, visual ou mobilidade reduzida
- Idosos
- Famílias com crianças pequenas (carrinhos de bebê)
- Cidadãos engajados em causas de acessibilidade

Clientes/Beneficiários:

- Prefeituras e órgãos de gestão urbana
- Secretarias de mobilidade e acessibilidade
- Organizações da sociedade civil
- Pesquisadores e acadêmicos

Grupos de Interesse:

- Conselhos municipais de pessoas com deficiência
- Empresas de tecnologia assistiva
- Mídia e formadores de opinião
- Organismos internacionais (ONU, Banco Mundial)

2.5 Etapas de Desenvolvimento

Visão geral: o semestre (≈ 16 semanas) será dividido em fases iterativas com entregáveis claros para garantir validação contínua e integração entre front, back e dados.

- **Fase 0 — Preparação (Semana 1)**

- Atividades: alinhamento de requisitos, definição do escopo do MVP e critérios de sucesso.
- Entregáveis: backlog priorizado, cronograma detalhado e ambiente de desenvolvimento inicial.

- **Fase 1 — Protótipo Web Mockado (Semanas 2–4)**

- Atividades: criar protótipo PWA simples (mock de dados) para fluxos principais (cadastro de ocorrência, mapa, painel gestor).
- Entregáveis: protótipo navegável (Figma/React básico) e roteiro de testes de usabilidade.

- **Fase 2 — Análise de Casos de Uso e Entidades (Semanas 4–6)**

- Atividades: mapear atores e casos de uso prioritários; identificar entidades, atributos e relacionamentos.
- Entregáveis: lista de casos de uso, dicionário de dados e modelo conceitual (ER alto nível).

- **Fase 3 — Diagrama de Classes de Domínio e Modelagem (Semanas 6–8)**

- Atividades: construir diagrama de classes do domínio com responsabilidades e agregados; definir serviços de domínio.
- Entregáveis: diagrama de classes e especificação de métodos principais por classe/domain service.

- **Fase 4 — Diagramas de Sequência e Identificação de Métodos (Semanas 8–9)**

- Atividades: criar diagramas de sequência para fluxos críticos (reportar barreira, validar, atualizar status); derivar APIs e métodos necessários.
- Entregáveis: diagramas de sequência e lista de endpoints/métodos com contratos iniciais.

- **Fase 5 — Definição da Estrutura do Banco de Dados (Semanas 9–10)**

- Atividades: converter modelo conceitual em esquema físico (PostGIS), definir índices geoespaciais, políticas de privacidade/anonimização.
- Entregáveis: script DDL inicial, diagrama ER físico e plano de migração.

- **Fase 6 — Implementação da API CRUD e Integração (Semanas 10–13)**

- Atividades: desenvolver API REST/GraphQL com endpoints CRUD para entidades principais; conectar ao banco; autenticação básica JWT.

- Entregáveis: API funcional com testes automatizados, documentação OpenAPI e pipeline CI básico.
- **Fase 7 — Integração Frontend-Backend e Testes (Semanas 13–14)**
 - Atividades: integrar protótipo web com APIs reais; validar fluxos fim-a-fim; testes de performance e acessibilidade (WCAG AA).
 - Entregáveis: versão integrada do MVP, relatórios de testes e correções prioritárias.
- **Fase 8 — Finalização, Documentação e Entrega (Semanas 15–16)**
 - Atividades: documentação do projeto (arquitetura, API, como rodar), preparar demonstração para stakeholders, planejar próximos ciclos.
 - Entregáveis: release do MVP em ambiente de staging, guia de contribuição e lista de trabalhos futuros priorizados.

Observações operacionais:

- Iterar com validação de usuários durante cada fase curta (sprints de 1 semana).
- Deixar o projeto aberto para evolução: APIs versionadas, dados exportáveis e roadmap para IA e integrações externas.

2.6 Critérios de Qualidade

Confiabilidade:

- Detecção de barreiras com acurácia superior a 85% e menos de 5% de falsos positivos
- Disponibilidade do sistema > 99%

Usabilidade:

- Interface simples, inclusiva e responsiva
- Interface acessível seguindo WCAG 2.1 nível AA
- Compatibilidade com leitores de tela
- Design responsivo para diversos dispositivos

Performance:

- Tempo de resposta da API < 2 segundos
- Sistema deve processar e validar, via IA, até 1000 relatórios por hora

Transparência:

- Algoritmos auditáveis e documentação pública

Segurança e privacidade:

- Conformidade com a LGPD

Escalabilidade:

- Suporte a múltiplas cidades e grandes volumes de dados
- Sistema deve ser escalável para suportar um aumento de 50% no número de usuários

Engajamento:

- Incentivo à participação cidadã com feedback sobre impacto
- Mínimo de 1000 usuários ativos/mês por cidade

3 Requisitos do Produto

3.1 Requisitos Funcionais

ID	Tipo	Prioridade	Descrição do Requisito
RF01	RF	Alta	O sistema deve permitir visualizar mapa com geolocalização de problemas de acessibilidade
RF02	RF	Alta	O usuário deve gerar relatório com foto e descrição de novo problema
RF03	RF	Alta	O problema deve aparecer no mapa após criação do relatório
RF04	RF	Alta	O sistema deve notificar entidade responsável quando marcada
RF05	RF	Alta	O sistema não deve permitir relatórios duplicados
RF06	RF	Alta	O sistema deve usar IA para validar relatórios
RF07	RF	Média	O usuário pode filtrar região específica no mapa
RF08	RF	Média	O usuário deve marcar entidade responsável
RF09	RF	Alta	Permitir cadastro com diferentes perfis (cidadão, gestor, validador)
RF10	RF	Média	Gerar relatórios analíticos para gestores
RF11	RF	Média	Permitir validação manual das classificações automáticas
RF12	RF	Baixa	Exportar dados em formatos padrão (CSV, GeoJSON)

3.2 Requisitos Não-Funcionais

ID	Tipo	Prioridade	Descrição do Requisito
RNF01	RNF	Alta	Tempo de resposta <2s para carregar mapa
RNF02	RNF	Alta	Processar e validar até 1000 relatórios/hora via IA

ID	Tipo	Prioridade	Descrição do Requisito
RNF03	RNF	Média	Compatível com iOS e Android recentes
RNF04	RNF	Média	Disponibilidade 99% do tempo
RNF05	RNF	Média	Escalável para 50% aumento de usuários
RNF06	RNF	Média	Notificações em tempo real
RNF07	RNF	Baixa	Segurança e proteção de dados
RNF08	RNF	Baixa	Interface intuitiva e acessível
RNF09	RNF	Alta	Conformidade WCAG 2.1 AA
RNF10	RNF	Alta	Conformidade LGPD

3.3 Categorias de Barreiras Detectáveis

1. Infraestrutura Física

- Escadas sem alternativa acessível
- Rampas fora de norma ($>8,33\%$ inclinação)
- Calçadas danificadas ou estreitas ($<1,20\text{m}$)
- Desníveis e buracos

2. Sinalização e Orientação

- Ausência de piso tátil
- Falta de sinalização visual/sonora
- Semáforos sem recurso sonoro

3. Obstáculos

- Mobiliário urbano mal posicionado
- Veículos estacionados irregularmente
- Obras sem passagem alternativa
- Comércio informal obstruindo passagem

4 Wireframes

4.1 Página Principal

Resumo inicial do sistema com estatísticas de locais, reports ativos e categorias de problemas mais comuns.



Figura 1: Página Principal

4.2 Área do Cliente (Login/Cadastro)

Tela de acesso ao sistema, onde o usuário entra com nome e e-mail para começar a reportar.

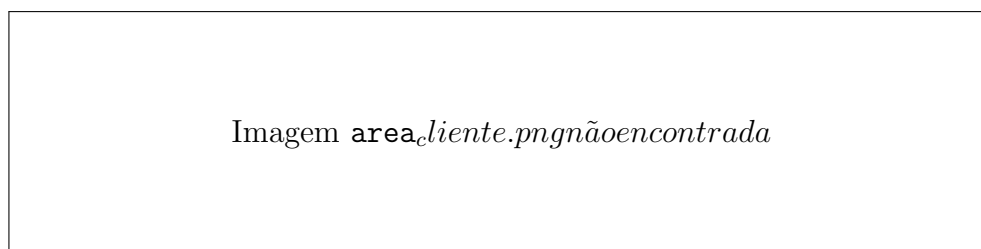


Figura 2: Área do cliente

4.3 Selecionar Local

Etapa onde o usuário escolhe o ponto de ônibus ou estação onde identificou o problema.

Acessibilidade SP
Sistema de Reports

Selecionar Local
Escolha o ponto de ônibus ou estação onde você identificou o problema

1 Selecionar Local → 2 Reportar Problema → 3 Confirmação

Selecionar Local
Escolha o ponto de ônibus ou estação onde você identificou o problema de acessibilidade

Buscar local
Q Digite o nome do local ou endereço...

Busque por nome da estação, ponto de ônibus ou endereço

Todos Ônibus Trem Metrô

Ponto Av. Paulista - Consolação Ponto de Ônibus
Av. Paulista, 1000 - Bela Vista, São Paulo

Ponto Av. Faria Lima - Brigadeiro Ponto de Ônibus
Av. Brigadeiro Faria Lima, 2000 - Jardim Paulistano, São Paulo

Ponto Rua Augusta - Rua da Consolação Ponto de Ônibus
Rua Augusta, 500 - Consolação, São Paulo

Estação 54 Estação de Metrô
Praça da 54 - 54, São Paulo

Estação Paulista Estação de Metrô
Av. Paulista, 1374 - Bela Vista, São Paulo

3 Pontos de Ônibus 3 Estações de Trem 4 Estações de Metrô

Localização
Selecione um local para ver sua localização no mapa

Nenhum local selecionado

Continuar →

Figura 3: Adicionar um reports

4.4 Reportar Problema – Tipo

Seleção da categoria do problema (rampa, piso tátil, elevador, etc.).

Acessibilidade SP
Sistema de Reports

Reportar Problema
Selecione o tipo de problema encontrado

1 Local Selecionado → 2 Reportar Problema → 3 Confirmação

Local Selecionado
Ponto Av. Paulista - Consolação Ponto de Ônibus
Av. Paulista, 1000 - Bela Vista, São Paulo

Tipo de Problema
Selecione a categoria que melhor descreve o problema de acessibilidade encontrado

Rampa de Acesso Problemas com rampas para cadeirantes

Piso Tátil Ausência ou problemas no piso tátil para deficientes visuais

Elevador Elevadores quebrados ou inacessíveis

Sinalização Falta de sinalização adequada ou em braille

Banheiro Acessível Problemas nos banheiros adaptados

Plataforma Problemas de acesso às plataformas

Outros Outros problemas de acessibilidade

Dica: Se você não tem certeza sobre a categoria, escolha "Outros" e descreva detalhadamente o problema no campo de descrição.

Localização Selecionada
Confirme se este é o local correto para seu reporte

Ponto Av. Paulista - Consolação Ponto de Ônibus
Av. Paulista, 1000 - Bela Vista, São Paulo

Ponto de Ônibus

Ponto Av. Paulista - Consolação
Lat: -23.5613, Long: -46.6565

Latitude: -23.561300 Longitude: -46.656500

Continuar →

Figura 4: Reportar problema

4.5 Reportar Problema – Descrição

Formulário para detalhar o problema, com título e descrição completa.

Reportar Problema
Descreva o problema em detalhes

Local Selecionado → Reportar Problema → 3 Confirmação

Local Selecionado

Ponto Av. Paulista - Consolação [Ponto de Ônibus](#)

Av. Paulista, 1000 - Bela Vista, São Paulo

[Alterar Local](#)

Banheiro Acessível
Problemas nos banheiros adaptados

[Alterar](#)

Descrever o Problema
Forneça detalhes sobre o problema de acessibilidade para ajudar na resolução

Título do Problema *
Ex: Rampa de acesso danificada na entrada principal
Seja específico e claro sobre o problema 0/255

Descrição Detalhada *
Descreva o problema em detalhes: localização exata, como afeta a acessibilidade, há quanto tempo existe, etc. 0/2000

Inclua detalhes como localização exata, gravidade e impacto na acessibilidade

Dicas para um bom reporte:

- Seja específico sobre a localização do problema
- Explique como o problema afeta pessoas com deficiência
- Mencione se é um problema recorrente ou pontual
- Inclua informações sobre horários se relevante

[Enviar Reporte](#)

Localização Selecionada
Confirme se este é o local correto para seu reporte

Ponto Av. Paulista - Consolação [Ponto de Ônibus](#)

Av. Paulista, 1000 - Bela Vista, São Paulo

[Ponto de Ônibus](#)

Ponto Av. Paulista - Consolação
Lat: -23.5613, Ling: -46.6565

Latitude: -23.561300 Longitude: -46.656500

Figura 5: Descrição do report

4.6 Dashboard – Visão Geral

Painel com estatísticas globais: número de reports, status, categorias e taxa de resolução.

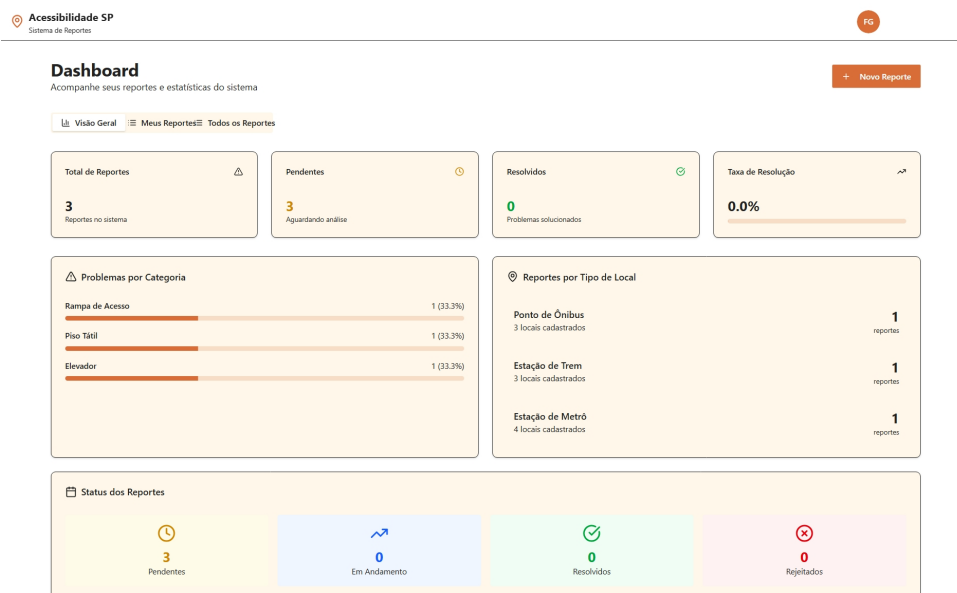


Figura 6: Dashboards

4.7 Dashboard – Meus Reports

Lista dos problemas reportados pelo próprio usuário, com seus status.

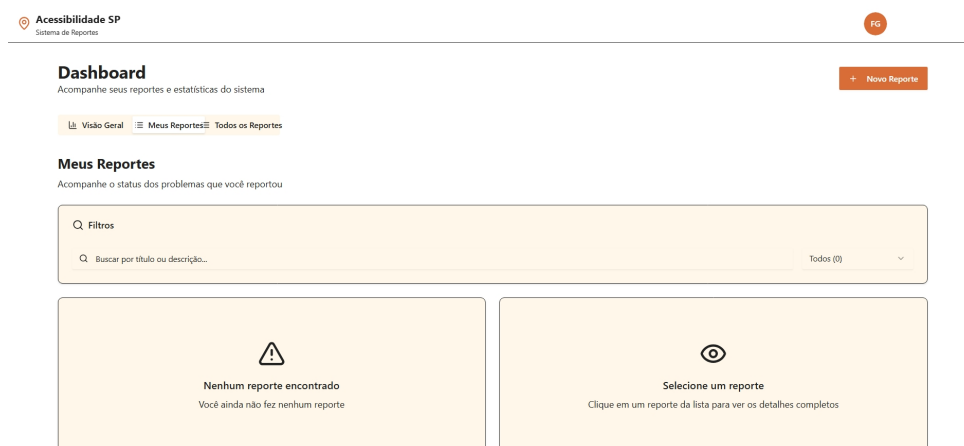


Figura 7: Dashboards - Meus reports

4.8 Dashboard – Todos os Reports

Exibe todos os reports do sistema, permitindo visualizar detalhes e acompanhar pendências.

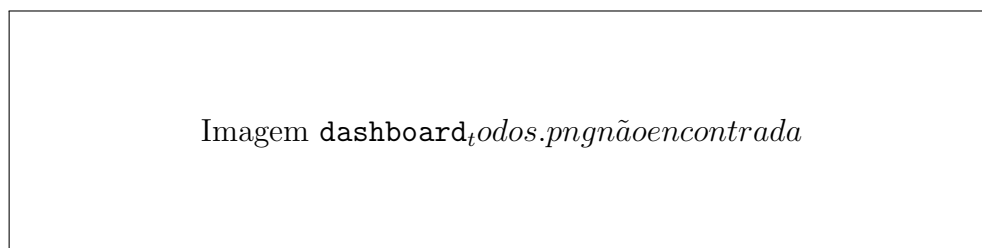


Figura 8: Dashboards - All reports

5 Modelagem “Leve do Sistema”

5.1 UML - Casos de Uso

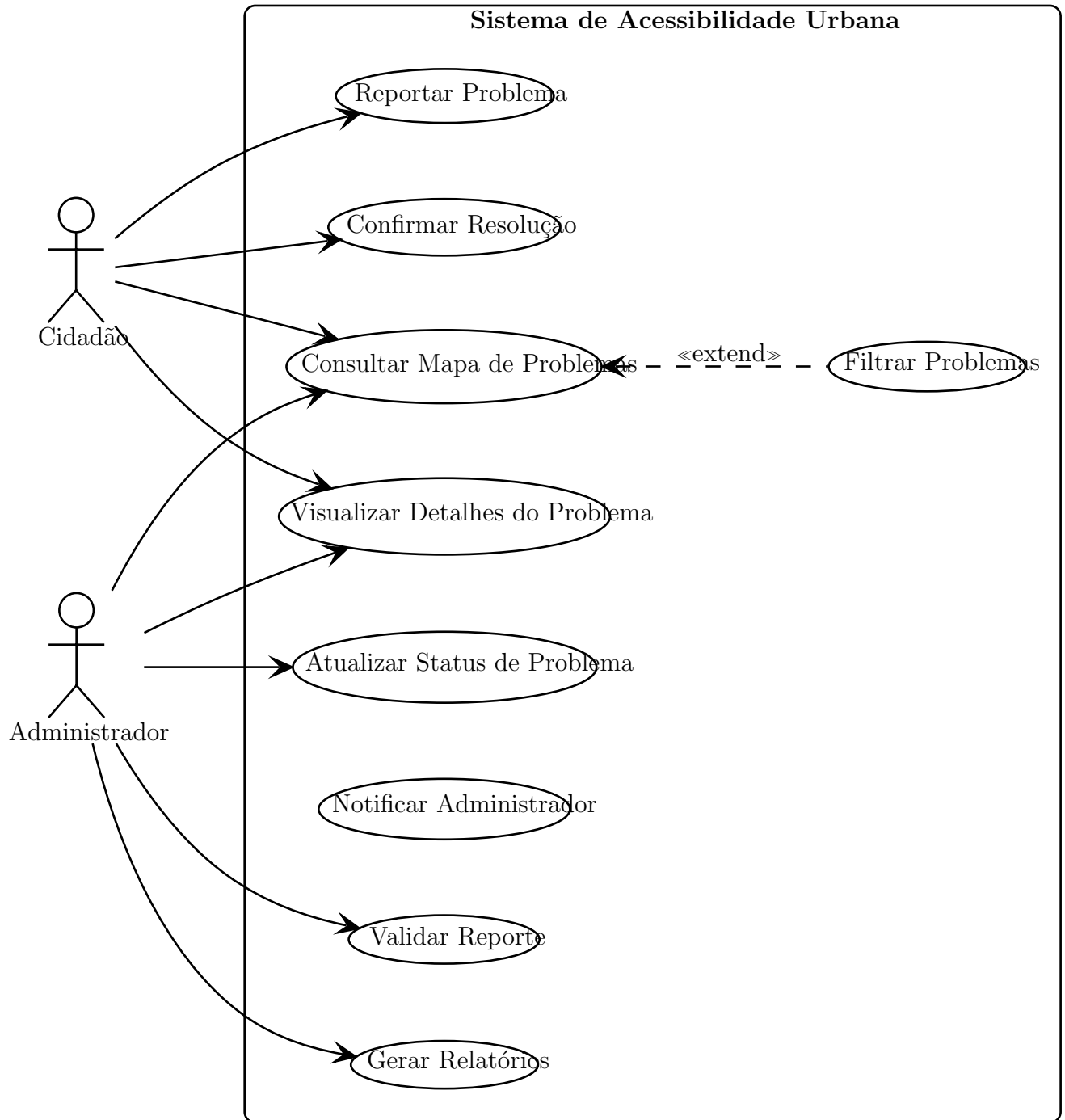


Figura 9: Diagrama de Casos de Uso

5.1.1 Especificações dos Casos de Uso

5.1.1.1 Reportar Problema

Identificador	UC001 – Reportar Problema
Nome	Reportar Problema
Atores	Primário: Pedestre utilizando o Sistema de Reportes de Acessibilidade. Secundário: Administrador de um ponto registrado no Sistema.
Sumário	Um pedestre cria na plataforma um reporte para um problema de acessibilidade, visto em ponto de transporte público
Complexidade	Média
Regras de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> - RN001: Apenas usuários autenticados podem registrar reportes. - RN002: Todo reporte deve estar vinculado a um local existente no sistema. - RN003: O reporte deve conter obrigatoriamente um título e uma descrição mínima. - RN004: O sistema deve registrar data, hora e usuário responsável pelo reporte. - RN005: O reporte pode conter evidências (foto ou vídeo), mas estas não são obrigatórias. - RN006: O reporte não pode exceder o limite máximo de caracteres definidos pelo sistema (para título e descrição).
Pré-condições	<p>O pedestre deve possuir informações do problema (foto, vídeo).</p> <p>O pedestre deverá disponibiliza sua localização.</p> <p>O pedestre deve ter um cadastro para registrar um reporte.</p>
Pós-condição	<p>O Sistema terá um reporte com todas as informações do problema registrado em seu banco de dados</p> <p>O Sistema registrará o reporte e atualizará o mapa para que o reporte conste para a localização</p>
Pontos de Inclusão	UC004 – Autenticar Usuário (quando necessário).
Pontos de Extensão	UC005 – Notificar Administrador (para pontos monitorados).

Fluxo Principal

Ações do Ator	Ações do Sistema
1. O Pedestre seleciona que deseja reportar um problema na página principal	2. O Sistema exibe uma listagem dos pontos e estações e o mapa
3. Escolhe a localização através da busca pelo nome ou endereço, ou ainda através do mapa	4. O Sistema retorna e solicita a confirmação do pedestre para que ele prosiga

5. O pedestre verifica as informações do local selecionado e confirma	6. O Sistema exibe uma lista de categorias problemas e oferece outro passo de confirmação para o pedestre
7. O pedestre confirma a seleção da categoria e local	8. O Sistema solicita informações sobre o problema e oferece dicas para que o reporte tenha boa qualidade
9. O Pedestre registra um título para o problema e uma descrição que dê mais detalhes sobre a natureza dele e ao checar as informações envia o reporte	10. O Sistema informa o envio do reporte e solicita se o pedestre deseja criar um novo reporte ou visualizar o reporte publicado.

Fluxo Alternativo – Pedestre não está logado no sistema

Ações do Ator	Ações do Sistema
1a. O pedestre seleciona a opção de reportar sem estar logado	2a. O Sistema redireciona para a tela de login/cadastro (UC004 – Autenticar Usuário).
3a. Após login/cadastro concluído	4a. O Sistema retorna ao ponto em que o fluxo principal estava, permitindo prosseguir do passo 3.

Fluxos de Exceção

Ações do Ator	Ações do Sistema
1e. O pedestre seleciona uma localização inexistente ou inválida	2e. O sistema exibe mensagem de erro e solicita nova seleção de localização.
2e. O pedestre não insere título ou descrição	3e. O sistema informa que os campos são obrigatórios e impede o envio até que sejam preenchidos.
3e. O pedestre tenta anexar arquivo em formato não suportado	4e. O sistema rejeita o upload e informa quais formatos são permitidos.
4e. O sistema encontra falha de conexão no envio do reporte	5e. O sistema notifica falha técnica e oferece a opção de salvar localmente para tentar enviar depois.

5.1.1.2 Consultar o Mapa de Problemas

Identificador	UC002 – Consultar Mapa de Problemas
Nome	Consultar Mapa de Problemas
Atores	Primário: Pedestre (usuário do sistema). Secundário: Administrador (para análise de ocorrências).
Sumário	O pedestre acessa o sistema para visualizar, no mapa, os problemas de acessibilidade reportados em pontos de transporte público.
Complexidade	Baixa

Regras de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> - RN007: O mapa deve exibir apenas problemas confirmados e devidamente registrados. - RN008: O usuário pode aplicar filtros (categoria, data, status). - RN009: Cada problema deve estar associado a uma localização válida. - RN010: O sistema deve mostrar a data de registro e a situação do problema (pendente, em análise, resolvido). - RN011: Problemas com mais de 1 ano podem ser arquivados, mas ainda disponíveis mediante filtro avançado.
Pré-condições	O sistema deve conter reportes cadastrados. O pedestre precisa ter acesso à plataforma (não é obrigatório login apenas para consulta).
Pós-condição	O usuário terá acesso visual aos problemas existentes no mapa e poderá selecionar pontos para ver detalhes.
Pontos de Inclusão	UC006 – Visualizar Detalhes de Problema (quando o usuário seleciona um ponto específico).
Pontos de Extensão	UC001 – Reportar Problema (usuário pode criar um novo reporte a partir do mapa).

Fluxo Principal

Ações do Ator	Ações do Sistema
1. O pedestre acessa a opção "Consultar mapa de problemas".	2. O sistema carrega o mapa com todos os pontos e marcadores de problemas registrados.
3. O pedestre pode aplicar filtros (categoria, data, status).	4. O sistema atualiza o mapa exibindo apenas os problemas que atendem ao filtro.
5. O pedestre navega pelo mapa e seleciona um marcador específico.	6. O sistema exibe informações resumidas do problema e opção de ver detalhes (UC006).

Fluxo Alternativo – Sem problemas cadastrados

Ações do Ator	Ações do Sistema
1a. O pedestre acessa o mapa sem que haja reportes cadastrados.	2a. O sistema exibe mensagem "Nenhum problema cadastrado até o momento" e mostra apenas os pontos sem ocorrências.

Fluxos de Exceção

Ações do Ator	Ações do Sistema
1e. O sistema não consegue carregar o mapa (falha na API de mapas ou conexão).	2e. O sistema exibe mensagem de erro "Não foi possível carregar o mapa. Tente novamente mais tarde".

2e. O usuário aplica um filtro inválido ou inexistente.	3e. O sistema exibe mensagem "Filtro inválido" e mantém a última visualização correta.
3e. O marcador selecionado não possui dados válidos (erro no registro).	4e. O sistema exibe mensagem de inconsistência e oculta o marcador defeituoso.

5.1.1.3 Atualizar Status de Problema

Identificador	UC003 – Atualizar Status de Problema
Nome	Atualizar Status de Problema
Atores	Primário: Administrador (responsável por um ponto de transporte público). Secundário: Pedestre autor do reporte.
Sumário	O administrador acessa o sistema para alterar o status de um problema reportado, e o pedestre autor do reporte deve confirmar a resolução antes do status ser consolidado como "Resolvido".
Complexidade	Alta
Regras de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> - RN012: Apenas administradores autenticados podem atualizar status. - RN013: O status pode assumir: Pendente, Em Análise, Resolvido Provisório, Resolvido Confirmado, Arquivado. - RN014: Toda atualização deve registrar data, hora e autor da alteração. - RN015: Ao alterar para "Resolvido Provisório", o sistema notifica o pedestre autor para validação. - RN016: O pedestre tem um prazo (ex.: 7 dias) para confirmar a resolução; se não houver resposta, o sistema automaticamente consolida como "Resolvido Confirmado". - RN017: Caso o pedestre rejeite a resolução, o status volta para Em Análise.
Pré-condições	O administrador deve estar autenticado. Deve existir pelo menos um problema reportado no ponto administrado. O pedestre autor deve estar vinculado ao reporte.
Pós-condição	O status do problema será atualizado no sistema, refletindo tanto a ação do administrador quanto a validação do pedestre.
Pontos de Inclusão	UC002 – Consultar Mapa de Problemas (para localizar o problema).
Pontos de Ex-tensão	UC006 – Visualizar Detalhes de Problema (para acompanhar histórico e status detalhado).

Fluxo Principal

Ações do Ator	Ações do Sistema
1. O administrador acessa a lista/mapa de problemas reportados.	2. O sistema exibe os problemas associados ao ponto.
3. O administrador seleciona um problema específico.	4. O sistema exibe detalhes do problema e status atual.
5. O administrador escolhe a opção de atualizar status para "Resolvido Provisório".	6. O sistema registra a alteração e envia notificação ao pedestre autor.
7. O pedestre recebe a notificação e abre o problema.	8. O sistema exibe detalhes da resolução e opções de confirmar ou rejeitar.
9. O pedestre confirma a resolução.	10. O sistema altera o status para "Resolvido Confirmado", registra histórico e atualiza o mapa.

Fluxo Alternativo - Pedestre rejeita a resolução

Ações do Ator	Ações do Sistema
9a. O pedestre rejeita a resolução.	10a. O sistema altera o status de volta para Em Análise e notifica o administrador.

Fluxo Alternativo – Pedestre não responde

Ações do Ator	Ações do Sistema
9b. O pedestre não responde dentro do prazo (ex.: 7 dias).	10b. O sistema consolida automaticamente o status como Resolvido Confirmado e registra no histórico.

Fluxo de Exceção

Ações do Ator	Ações do Sistema
1e. O administrador não está autenticado.	2e. O sistema bloqueia e redireciona para login.
2e. O pedestre não consegue abrir o reporte (erro técnico).	3e. O sistema exibe mensagem de erro e orienta tentar novamente.
3e. O administrador tenta alterar status de problema fora de sua jurisdição.	4e. O sistema impede a ação e informa falta de permissão.

5.2 UML - Diagrama de Classe de Domínio

Imagem `class_diagram.png` não encontrada

Figura 10: Diagrama de Classes

5.3 UML - Diagrama de Sequência

6 Descrição da Arquitetura e Ferramentas Utilizadas

6.1 Stack Tecnológico

Backend:

- Node.js com framework NestJS
- PostgreSQL com extensão PostGIS para dados geoespaciais
- Docker para containerização

Frontend:

- React + Next.js para aplicação web
- ShadcnUI para componentes de interface

Infraestrutura:

- Kubernetes para orquestração
- AWS S3 ou MinIO para armazenamento de objetos
- GitHub Actions para CI/CD

6.2 Padrões e Princípios

- Arquitetura de microserviços
- API RESTful seguindo OpenAPI 3.0
- Autenticação via JWT
- Princípios SOLID e Clean Architecture
- Testes automatizados (unitários, integração, E2E)

7 Plano de Desenvolvimento

7.1 Cronograma Detalhado (16 semanas)

Fase 0 — Preparação (Semana 1)

- Alinhamento de requisitos e definição do escopo MVP
- Backlog priorizado e ambiente de desenvolvimento

Fase 1 — Protótipo Web (Semanas 2–4)

- Protótipo PWA com mock de dados
- Fluxos principais: cadastro, mapa, painel

Fase 2 — Análise e Modelagem (Semanas 4–6)

- Casos de uso e entidades
- Modelo conceitual e dicionário de dados

Fase 3 — Design de Classes (Semanas 6–8)

- Diagrama de classes do domínio
- Especificação de serviços

Fase 4 — Diagramas de Sequência (Semanas 8–9)

- Fluxos críticos modelados
- Definição de APIs e contratos

Fase 5 — Banco de Dados (Semanas 9–10)

- Esquema físico PostGIS
- Scripts DDL e migração

Fase 6 — Implementação API (Semanas 10–13)

- API REST/GraphQL com CRUD
- Testes automatizados e CI

Fase 7 — Integração e Testes (Semanas 13–14)

- Integração frontend-backend
- Testes E2E e acessibilidade

Fase 8 — Finalização (Semanas 15–16)

- Documentação completa
- Release MVP e roadmap futuro

7.2 Métricas de Sucesso

- **Técnicas:** Acurácia >85% na detecção
- **Impacto:** Taxa de resolução de barreiras

8 Resultados

[Esta seção será preenchida após a implementação, incluindo:

- *Métricas de desempenho do sistema*
- *Estatísticas de uso e engajamento*
- *Casos de sucesso e impactos mensuráveis*
- *Feedback dos usuários e gestores*
- *Lições aprendidas]*

9 Conclusão e Trabalhos Futuros

9.1 Conclusão Preliminar

O projeto visa criar uma solução tecnológica escalável e sustentável para o mapeamento colaborativo de barreiras de acessibilidade urbana, contribuindo diretamente para o cumprimento do ODS 11 e promovendo cidades mais inclusivas e acessíveis.

9.2 Próximos Passos

1. Formar equipe técnica multidisciplinar
2. Desenvolver prova de conceito
3. Estabelecer parceria com cidade piloto
4. Lançar MVP e coletar feedback
5. Iterar com base em dados reais

9.3 Trabalhos Futuros

- Integração com sistemas de transporte público
- Expansão para detecção de barreiras em ambientes internos
- Desenvolvimento de rotas acessíveis personalizadas
- Implementação de realidade aumentada para navegação
- Criação de índice de acessibilidade por cidade/bairro