

# Laboratório de Engenharia de Software

Projeto: Plataforma de Acessibilidade Urbana com IA

São Paulo  
2025

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Definição da Demanda</b>	<b>2</b>
2.1	Problema/Oportunidade Percebida . . . . .	2
2.2	Razão/Justificativa da Demanda . . . . .	2
2.3	Descrição do Produto de Software . . . . .	3
2.4	Clientes, Usuários e Demais Grupos de Interesse . . . . .	3
2.5	Etapas de Desenvolvimento . . . . .	4
2.6	CrITÉrios de Qualidade . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Requisitos do Produto</b>	<b>6</b>
3.1	Requisitos Funcionais . . . . .	6
3.2	Requisitos Não-Funcionais . . . . .	6
3.3	Categorias de Barreiras Detectáveis . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Wireframes</b>	<b>7</b>
4.1	Página Principal . . . . .	7
4.2	Área do Cliente (Login/Cadastro) . . . . .	8
4.3	Selecionar Local . . . . .	8
4.4	Reportar Problema – Tipo . . . . .	8
4.5	Reportar Problema – Descrição . . . . .	9
4.6	Dashboard – Visão Geral . . . . .	9
4.7	Dashboard – Meus Reports . . . . .	10
4.8	Dashboard – Todos os Reports . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Modelagem “Leve do Sistema”</b>	<b>12</b>
5.1	UML - Casos de Uso . . . . .	12
5.1.1	Especificações dos Casos de Uso . . . . .	12
5.2	UML - Diagrama de Classe de Domínio . . . . .	19
5.3	UML - Diagrama de Sequência . . . . .	20
5.3.1	5.4.1 – US01: Reportar Problema . . . . .	20
5.3.2	5.4.2 – US02: Consultar Mapa . . . . .	21
5.3.3	5.4.3 – US03: Atualizar Status de Problema . . . . .	22
<b>6</b>	<b>Descrição da Arquitetura e Ferramentas Utilizadas</b>	<b>23</b>
6.1	Stack Tecnológico . . . . .	23
6.2	Padrões e Princípios . . . . .	24
<b>7</b>	<b>Plano de Desenvolvimento</b>	<b>24</b>
7.1	Cronograma Detalhado (16 semanas) . . . . .	24
7.2	Métricas de Sucesso . . . . .	25
<b>8</b>	<b>Resultados</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>Conclusão e Trabalhos Futuros</b>	<b>25</b>
9.1	Conclusão Preliminar . . . . .	25
9.2	Próximos Passos . . . . .	26
9.3	Trabalhos Futuros . . . . .	26

# 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 acompanhar 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 ( $\approx 16$  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 prioritizados.

#### **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 descrição de novo problema
RF03	RF	Alta	O problema deve aparecer no mapa após criação e aprovação do relatório
RF04	RF	Alta	O administrador deve poder atualizar status do problema e comentar sobre esse status
RF05	RF	Média	O usuário pode filtrar região específica no mapa
RF06	RF	Média	Permitir validação manual das classificações automáticas

### 3.2 Requisitos Não-Funcionais

ID	Tipo	Prioridade	Descrição do Requisito
RNF01	RNF	Alta	Tempo de resposta <2s para carregar mapa
RNF02	RNF	Média	Compatível com Chrome, Edge e Firefox
RNF03	RNF	Média	Disponibilidade 99% do tempo
RNF04	RNF	Média	Escalável para 50% aumento de usuários
RNF05	RNF	Baixa	Segurança e proteção de dados
RNF06	RNF	Baixa	Interface intuitiva e acessível
RNF07	RNF	Alta	Conformidade WCAG 2.1 AA
RNF08	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.

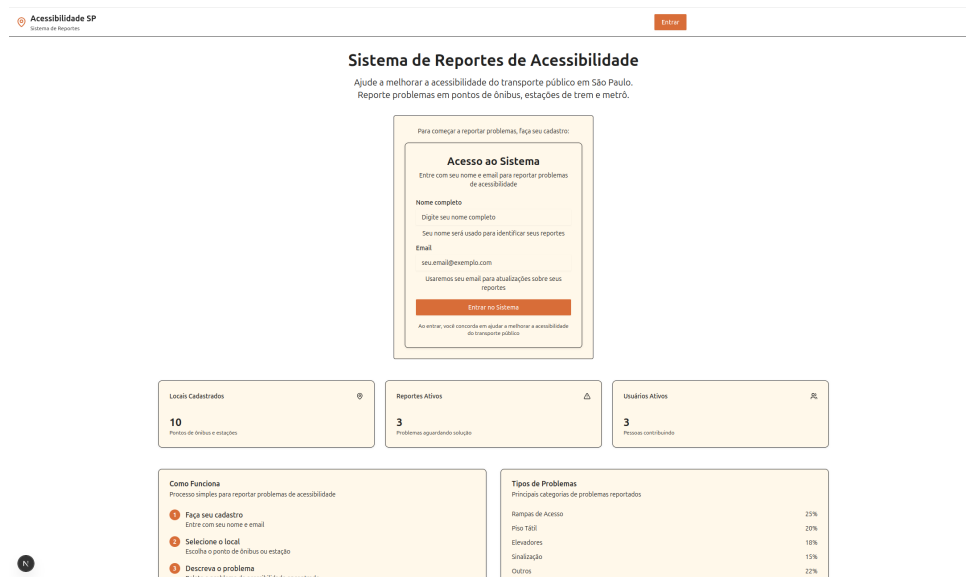


Figura 1: Página Principal



## 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.



Acessibilidade SP  
Sistema de Reportes

**Sistema de Reportes de Acessibilidade**  
Ajude a melhorar a acessibilidade do transporte público em São Paulo.  
Reporte problemas em pontos de ônibus, estações de trem e metrô.

Para começar a reportar problemas, faça seu cadastro:

**Acesso ao Sistema**  
Entre com seu nome e e-mail para reportar problemas de acessibilidade.

**Nome completo**  
Digite seu nome completo  
Seu nome será usado para identificar seus reportes

**Email**  
seu.email@exemplo.com  
Usaremos seu email para atualizações sobre seus reportes

**Entrar no Sistema**

Ao entrar, você concorda em ajudar a melhorar a acessibilidade do transporte público

**Locais Cadastrados**  
10  
Pontos de ônibus e estações

**Reportes Ativos**  
3  
Problemas aguardando solução

**Usuários Ativos**  
3  
Pessoas contribuindo

**Como Funciona**  
Processo simples para reportar problemas de acessibilidade

- 1 **Faça seu cadastro**  
Entre com seu nome e e-mail
- 2 **Selecione o local**  
Escolha o ponto de ônibus ou estação
- 3 **Descreva o problema**  
Detalhe o problema de acessibilidade encontrado

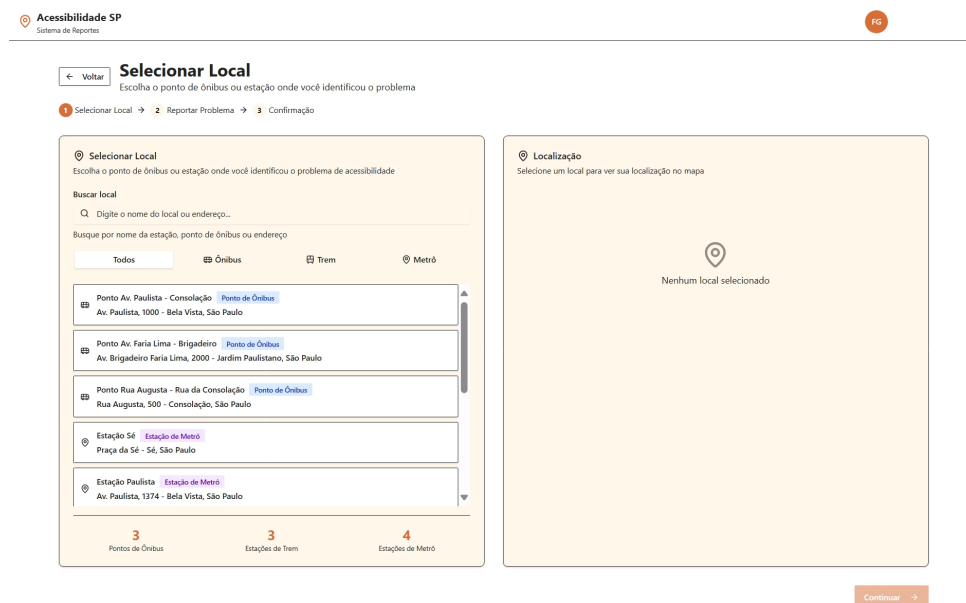
**Tipos de Problemas**  
Principais categorias de problemas reportados

Rampas de Acesso	25%
Piso Tátil	20%
Elevadores	18%
Sinalização	15%
Outros	22%

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 Reportes

**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 Sé - Sé, 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 Reportes

**Reportar Problema**  
Selecione o tipo de problema encontrado

Local Selecionado → Reportar Problema → 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, Lng: -46.6565

Latitude: -23.561389 Longitude: -46.656500

Continuar →

Figura 4: Reportar problema

## 4.5 Reportar Problema – Descrição

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

**Acessibilidade SP**  
Sistema de Reportes

**Reportar Problema**  
Descreva o problema em detalhes

Local Selecionado → Reportar Problema → Confirmação

**Local Selecionado**

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

Av. Paulista, 1000 - Bela Vista, São Paulo

**Banheiro Acessível**  
Problemas nos banheiros adaptados

**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, Lng: -46.6565

Latitude: -23.561389 Longitude: -46.656500

**Descrição do 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.  
Inclua detalhes como localização exata, gravidade e impacto na acessibilidade 0/2000

**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

Figura 5: Descrição do report

## 4.6 Dashboard – Visão Geral

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

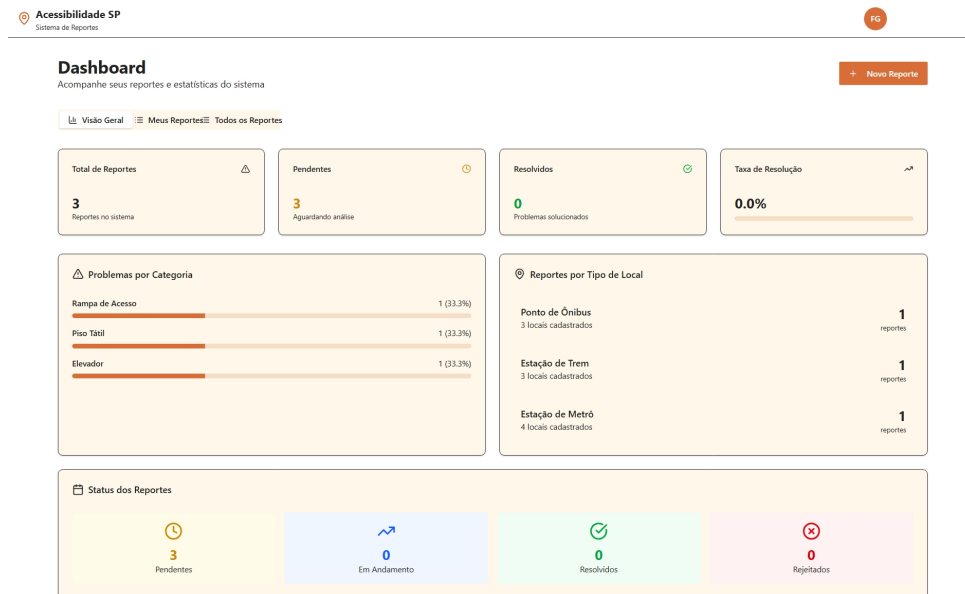


Figura 6: Dashboards

## 4.7 Dashboard – Meus Reports

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

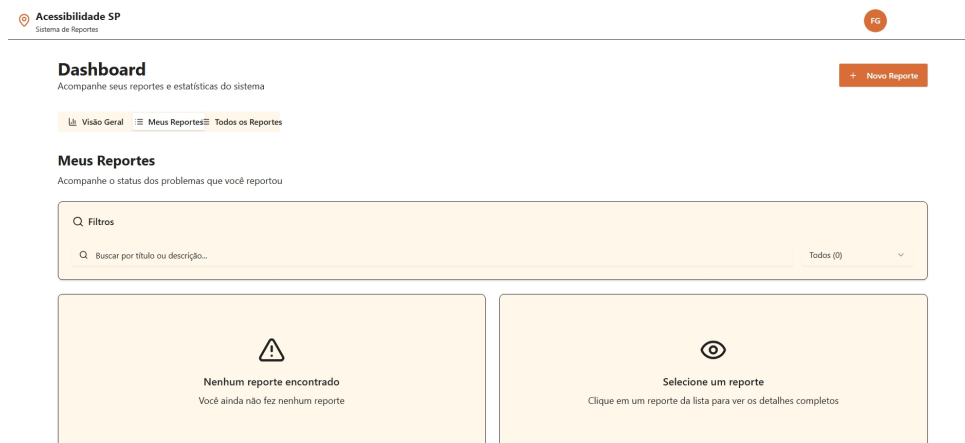


Figura 7: Dashboards - Meus reports

## 4.8 Dashboard – Todos os Reports

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

## Dashboard

Acompanhe seus reportes e estatísticas do sistema

+ Novo Reporte

Visão Geral Meus Reportes Todos os Reportes

### Todos os Reportes

Visualize todos os reportes de problemas de acessibilidade no sistema

Q Filtros

Q Buscar por título ou descrição...

Todos (3)

**Rampa danificada no ponto da Paulista** Pendente

há mais de 1 ano • #1

Ponto Av: Paulista - Consolação Ponto de Ônibus

Rampa de Acesso

A rampa de acesso está com buracos e dificulta o acesso de cadeirantes

Ver Detalhes

**Piso tátil interrompido na Estação Sé** Pendente

há mais de 1 ano • #2

Estação Sé Estação de Metrô

Piso Tátil

O piso tátil está interrompido próximo à entrada principal

Ver Detalhes

**Elevador fora de funcionamento** Pendente

há mais de 1 ano • #3

Estação Luz Estação de Trem

Elevador

Elevador da Estação Luz não está funcionando há 3 dias

Ver Detalhes

**Selecione um reporte**

Clique em um reporte da lista para ver os detalhes completos

Figura 8: Dashboards - Todos os Reports

## 5 Modelagem “Leve do Sistema”

### 5.1 UML - Casos de Uso

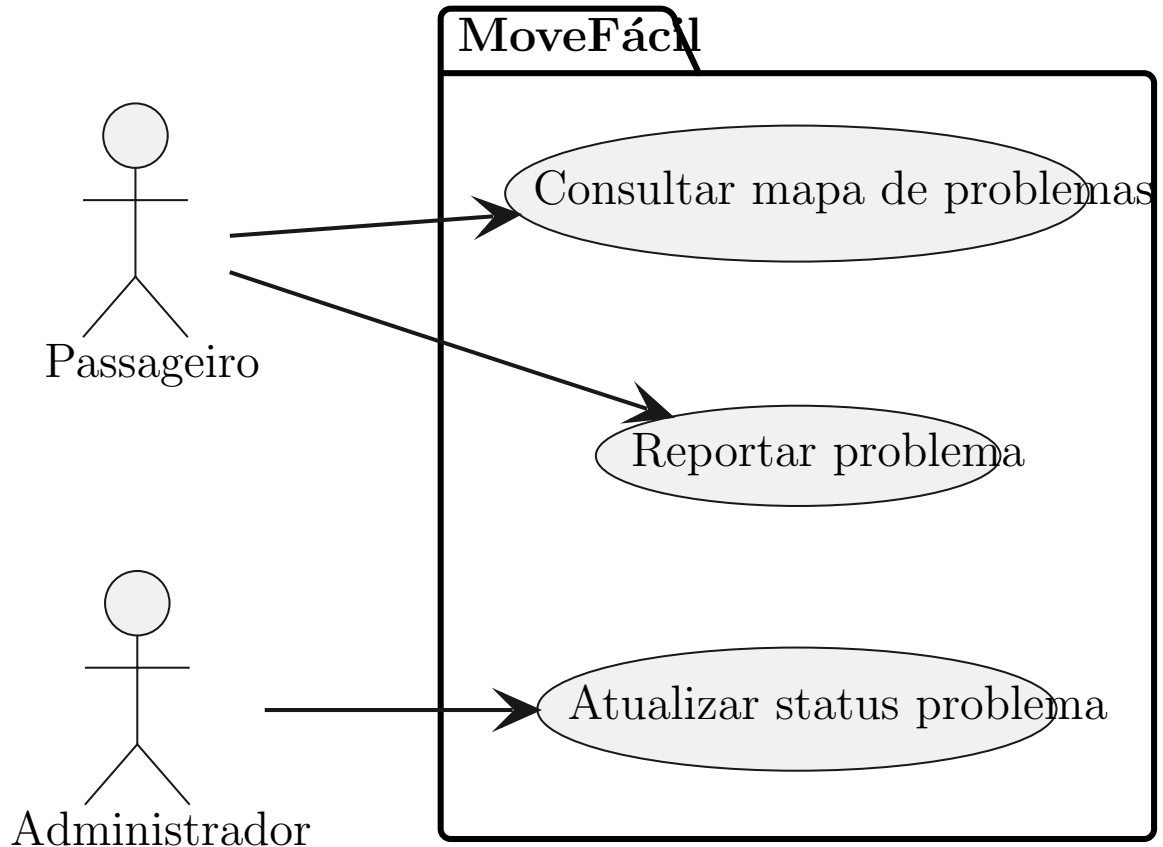


Figura 9: Diagrama de Casos de Uso

#### 5.1.1 Especificações dos Casos de Uso

##### 5.1.1.1 Reportar Problema

<b>Identificador</b>	UC001 – Reportar Problema
<b>Nome</b>	Reportar Problema
<b>Atores</b>	Primário: Pedestre utilizando o Sistema de Reportes de Acessibilidade. Secundário: Administrador de um ponto registrado no Sistema.
<b>Sumário</b>	Um pedestre cria na plataforma um reporte para um problema de acessibilidade, visto em ponto de transporte público
<b>Complexidade</b>	Média

<b>Regras de Negócio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RN001: Todo reporte deve estar vinculado a um local existente no sistema.</li> <li>- RN002: O reporte deve conter obrigatoriamente um título e uma descrição mínima.</li> <li>- RN003: O sistema deve registrar data, hora e usuário responsável pelo reporte.</li> <li>- RN004: O reporte pode conter evidências (foto ou vídeo), mas estas não são obrigatórias.</li> <li>- RN005: O reporte não pode exceder o limite máximo de caracteres definidos pelo sistema (para título e descrição).</li> </ul>
<b>Pré-condições</b>	<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>
<b>Pós-condição</b>	<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>
<b>Pontos de Inclusão</b>	N/A
<b>Pontos de Extensão</b>	N/A

### Fluxo Principal

<b>Ações do Ator</b>	<b>Ações do Sistema</b>
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 prossiga
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.

### Fluxos de Exceção

<b>Ações do Ator</b>	<b>Ações do Sistema</b>
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

<b>Identificador</b>	UC002 – Consultar Mapa de Problemas
<b>Nome</b>	Consultar Mapa de Problemas
<b>Atores</b>	Primário: Pedestre (usuário do sistema). Secundário: Administrador (para análise de ocorrências).
<b>Sumário</b>	O pedestre acessa o sistema para visualizar, no mapa, os problemas de acessibilidade reportados em pontos de transporte público.
<b>Complexidade</b>	Baixa
<b>Regras de Negócio</b>	- RN006: O mapa deve exibir apenas problemas confirmados e devidamente registrados. - RN007: O usuário pode aplicar filtros (categoria, data, status). - RN008: Cada problema deve estar associado a uma localização válida. - RN009: O sistema deve mostrar a data de registro e a situação do problema (pendente, em análise, resolvido). - RN010: Problemas com mais de 1 ano podem ser arquivados, mas ainda disponíveis mediante filtro avançado.
<b>Pré-condições</b>	O sistema deve conter reportes cadastrados. O pedestre precisa ter acesso à plataforma (não é obrigatório login apenas para consulta).
<b>Pós-condição</b>	O usuário terá acesso visual aos problemas existentes no mapa e poderá selecionar pontos para ver detalhes.
<b>Pontos de Inclusão</b>	N/A
<b>Pontos de Extensão</b>	N/A

#### Fluxo Principal

<b>Ações do Ator</b>	<b>Ações do Sistema</b>
----------------------	-------------------------

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

<b>Identificador</b>	UC003 – Atualizar Status de Problema
<b>Nome</b>	Atualizar Status de Problema
<b>Atores</b>	Primário: Administrador (responsável por um ponto de transporte público). Secundário: Pedestre autor do reporte.
<b>Sumário</b>	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".
<b>Complexidade</b>	Alta



<b>Regras de Negócio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RN012: Apenas administradores autenticados podem atualizar status.</li> <li>- RN013: O status pode assumir: <b>Pendente, Em Análise, Resolvido Provisório, Resolvido Confirmado, Arquivado.</b></li> <li>- RN014: Toda atualização deve registrar data, hora e autor da alteração.</li> <li>- RN015: Ao alterar para "Resolvido Provisório", o sistema notifica o pedestre autor para validação.</li> <li>- RN016: O pedestre tem um prazo (ex.: 7 dias) para confirmar a resolução; se não houver resposta, o sistema automaticamente consolida como "Resolvido Confirmado".</li> <li>- RN017: Caso o pedestre rejeite a resolução, o status volta para <b>Em Análise.</b></li> </ul>
<b>Pré-condições</b>	<p>O administrador deve estar autenticado.</p> <p>Deve existir pelo menos um problema reportado no ponto administrado.</p> <p>O pedestre autor deve estar vinculado ao reporte.</p>
<b>Pós-condição</b>	O status do problema será atualizado no sistema, refletindo tanto a ação do administrador quanto a validação do pedestre.
<b>Pontos de Inclusão</b>	UC002 – Consultar Mapa de Problemas (para localizar o problema).
<b>Pontos de Ex-tensão</b>	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 <b>Em Análise</b> 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 <b>Resolvido Confirmado</b> 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

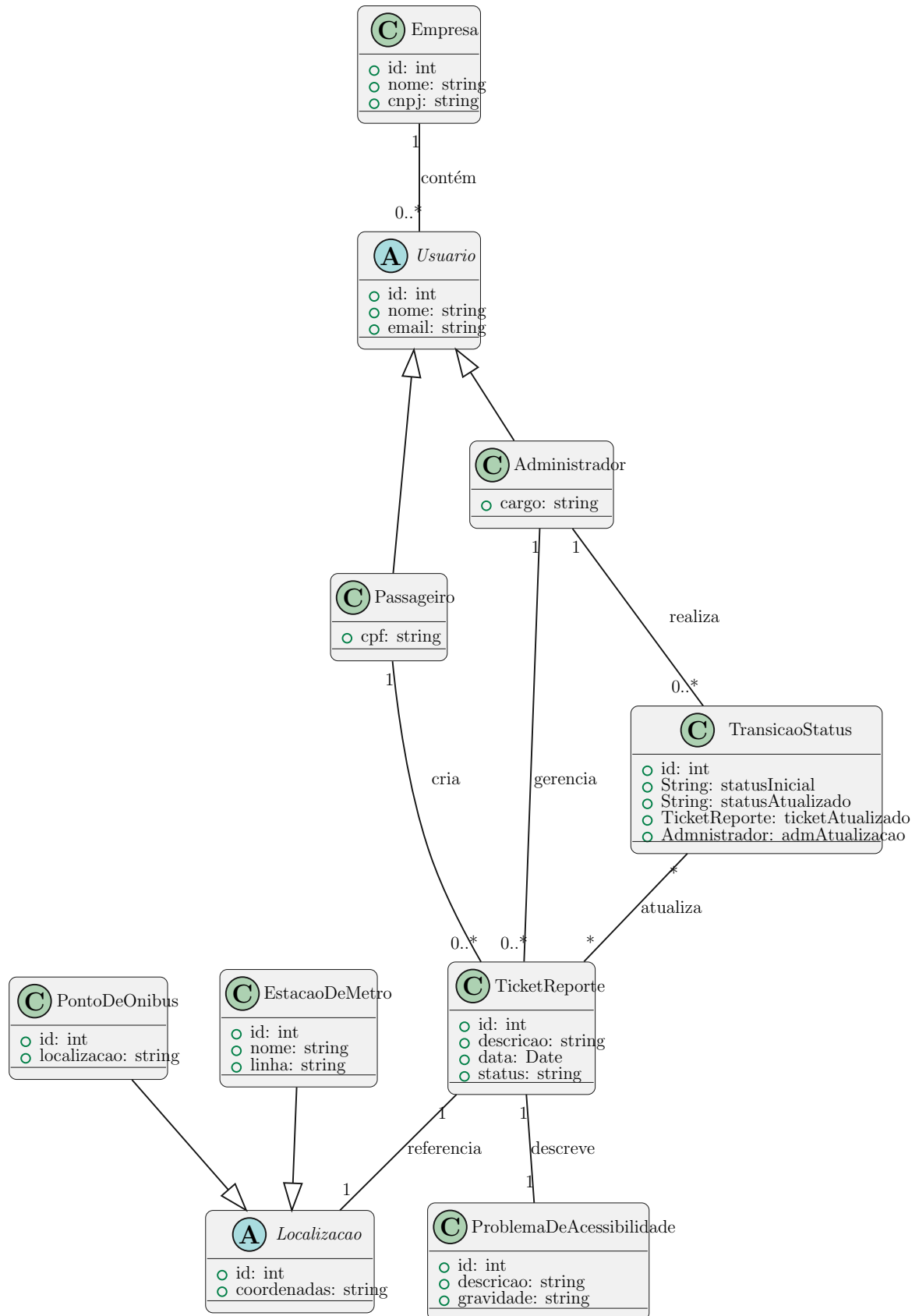


Figura 10: Diagrama de Classes

## 5.3 UML - Diagrama de Sequência

### 5.3.1 5.4.1 – US01: Reportar Problema

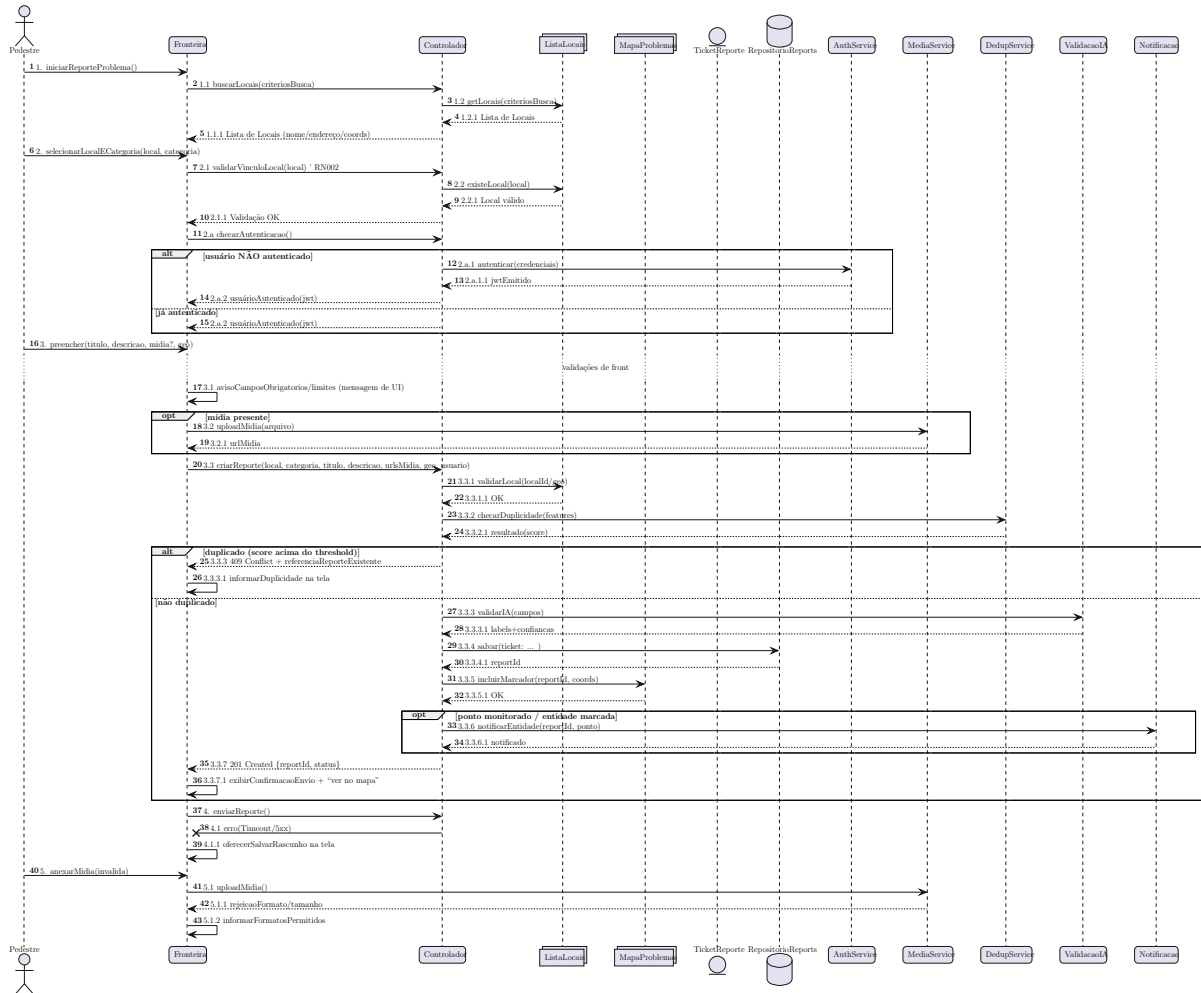


Figura 11: Diagrama de Sequência – Reportar Problema

Fluxo resumido:

- Usuário acessa a plataforma e seleciona a opção de reportar problema.
- Sistema solicita autenticação (se necessário).
- Usuário informa localização, categoria, título, descrição e evidências.
- Sistema valida dados, registra o reporte e atualiza o mapa.
- Notificação de sucesso é exibida ao usuário.

### 5.3.2 5.4.2 – US02: Consultar Mapa

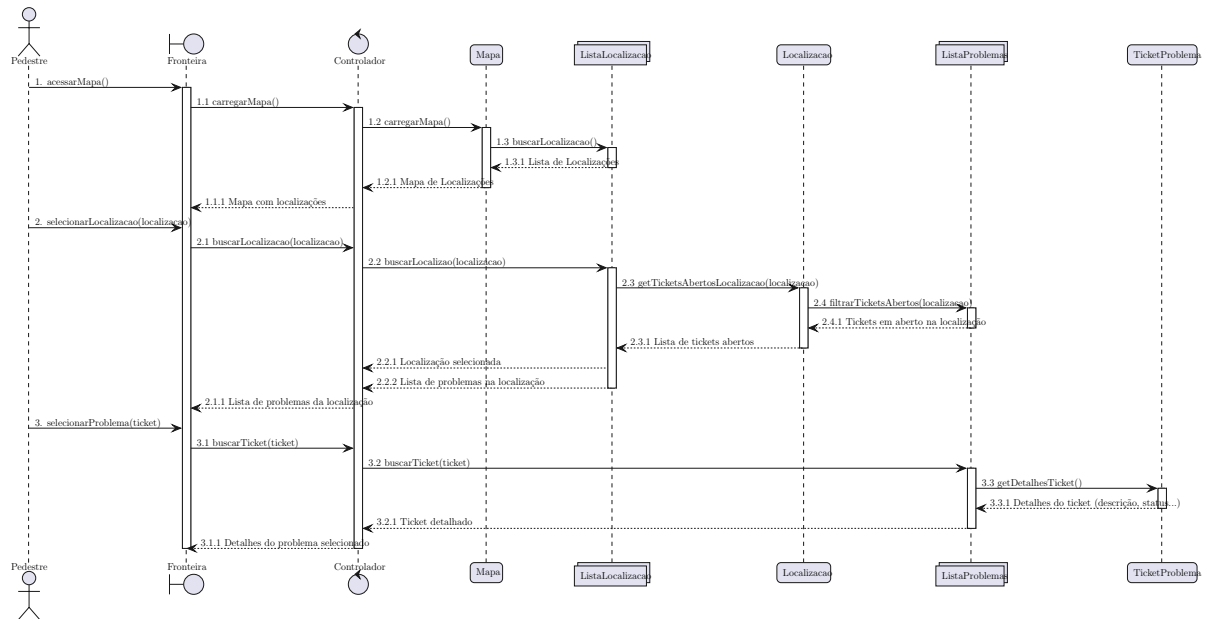


Figura 12: Diagrama de Sequência – Consultar Mapa

Fluxo resumido:

- Usuário acessa a opção de consultar mapa.
- Sistema carrega dados de problemas registrados.
- Usuário aplica filtros e navega pelo mapa.
- Sistema exibe detalhes ao selecionar um marcador.

### 5.3.3 5.4.3 – US03: Atualizar Status de Problema

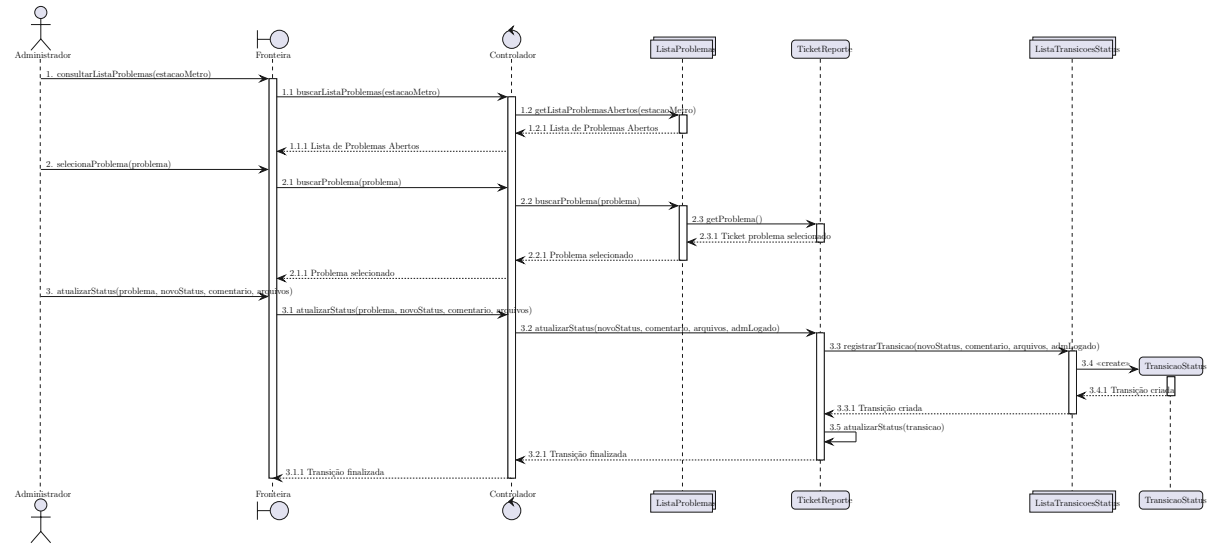


Figura 13: Diagrama de Sequência – Atualizar Status de Problema

Fluxo resumido:

- Administrador acessa lista de problemas e seleciona um reporte.
- Sistema exibe detalhes e permite atualização de status.
- Administrador altera status para "Resolvido Provisório".
- Sistema notifica o autor do reporte para validação.
- Autor confirma ou rejeita resolução; sistema atualiza status conforme resposta.

## 6 Descrição da Arquitetura e Ferramentas Utilizadas

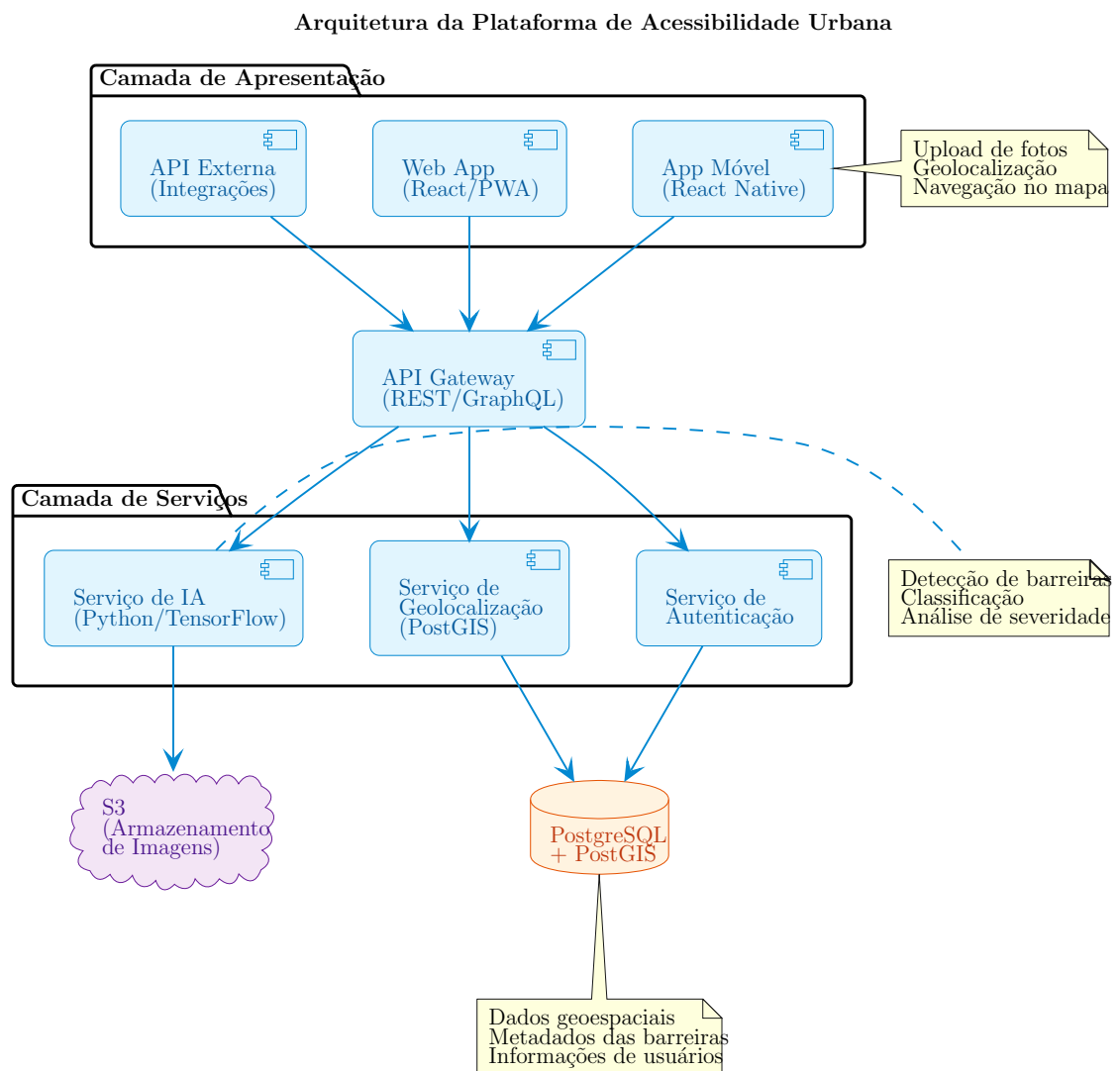


Figura 14: Arquitetura do Sistema

### 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