

## MOBIUNI: PLATAFORMA WEB PARA MAPEAMENTO E COMUNICAÇÃO SOBRE ACESSIBILIDADE URBANA

### MOBIUNI: WEB PLATFORM FOR MAPPING AND COMMUNICATION ON URBAN ACCESSIBILITY

Ana Beatriz Silva Araújo<sup>1</sup>

Edilson Carlos Silva Lima<sup>2</sup>

Jonathan Araujo Queiroz<sup>3</sup>

**RESUMO:** A falta de ferramentas digitais voltadas à acessibilidade urbana ainda representa um desafio para pessoas com deficiência na mobilidade e interação com o espaço público. Este artigo apresenta o desenvolvimento do MobiUni, uma plataforma web colaborativa para mapeamento colaborativo e compartilhamento de locais acessíveis, com foco na inclusão social e digital. O sistema foi desenvolvido em Java com o framework Spring Boot, integrado ao banco de dados MySQL e ao OpenStreetMap para exibição interativa dos pontos acessíveis. A metodologia adotada seguiu uma abordagem aplicada e exploratória, com pesquisa de campo realizada junto a participantes com diferentes tipos de deficiência, avaliando a usabilidade e a eficiência da plataforma. Os resultados indicaram alta aceitação quanto à navegação, legibilidade e personalização da interface, reforçando o potencial do sistema como instrumento de apoio à mobilidade urbana e à conscientização sobre acessibilidade. Conclui-se que o MobiUni se apresenta como uma ferramenta inovadora e funcional, com potencial para evoluir e ampliar o acesso de pessoas com deficiência aos espaços urbanos.

10195

**Palavras-chave:** Acessibilidade. Inclusão Digital. Mapeamento Colaborativo.

**ABSTRACT:** The lack of digital tools aimed at urban accessibility remains a challenge for people with disabilities in terms of mobility and interaction within public spaces. This article presents the development of MobiUni, a collaborative web platform for collaborative mapping and sharing of accessible locations, focusing on social and digital inclusion. The system was developed in Java using the Spring Boot framework, integrated with a MySQL database and OpenStreetMap for the interactive visualization of accessible points. The adopted methodology followed an applied and exploratory approach, with field research conducted with participants of different types of disabilities to evaluate the platform's usability and efficiency. The results indicated high user acceptance regarding navigation, readability, and interface customization, reinforcing the platform's potential as a tool to support urban mobility and raise awareness about accessibility. It is concluded that MobiUni stands out as an innovative and functional tool, with the potential to evolve and expand access for people with disabilities to urban environments.

**Keywords:** Accessibility. Digital Inclusion. Collaborative Mapping.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Computação pela Universidade CEUMA.

<sup>2</sup> Professor orientado do curso em Engenharia de Computação. Mestre em Engenharia informática. Universidade CEUMA.

<sup>3</sup> Professor orientado do curso em Engenharia de Computação. Doutorado em Engenharia. Universidade CEUMA.

## I INTRODUÇÃO

A acessibilidade urbana continua sendo um dos principais desafios enfrentados por pessoas com deficiência, tanto no Brasil quanto em outros países. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) indicam que uma parcela expressiva da população possui algum tipo de limitação funcional, o que reforça a urgência de políticas públicas voltadas à inclusão e à remoção de barreiras arquitetônicas e sociais.

Considerando que a maior parte da população brasileira reside em áreas urbanas (IBGE, 2017), torna-se indispensável planejar cidades que atendam à diversidade humana e incorporem soluções tecnológicas que ampliem o acesso e a autonomia. Para Porfírio e Sousa (2020), a mobilidade urbana é um direito essencial à inclusão, pois o deslocamento garante a participação social e a independência das pessoas com deficiência. Apesar disso, grande parte das cidades ainda apresenta deficiências estruturais e informacionais que dificultam o acesso equitativo aos espaços públicos e privados, comprometendo o exercício pleno da cidadania.

Nesse contexto, o uso de plataformas colaborativas e ferramentas digitais surge como uma alternativa viável para identificar, mapear e divulgar locais acessíveis, fortalecendo a inclusão e o engajamento da comunidade. Este artigo apresenta o MobiUni, um sistema web desenvolvido com o objetivo de reunir informações sobre acessibilidade urbana de forma participativa. A plataforma permite que usuários, com ou sem deficiência, cadastrem e consultem pontos acessíveis, além de interagirem em uma comunidade dedicada ao tema.

A metodologia utilizada fundamentou-se em princípios de desenvolvimento ágil, priorizando aspectos de usabilidade, responsividade e adaptação da interface a diferentes tipos de deficiência. O sistema foi implementado em Java, utilizando o framework Spring Boot, o banco de dados MySQL e a integração com o OpenStreetMap para a exibição dinâmica dos locais acessíveis.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados e suas contribuições; a Seção 3 descreve a metodologia e as ferramentas utilizadas; as Seções 4 e 5 abordam a análise e discussão dos resultados; e, por fim, a Seção 6 reúne as considerações finais e as perspectivas futuras.

10196

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, apresenta-se a análise de três trabalhos relacionados aos temas de acessibilidade, inclusão digital e mapeamento colaborativo, com o intuito de ampliar a compreensão do contexto em que o projeto MobiUni está inserido. Cada trabalho é descrito quanto aos seus objetivos, metodologia e resultados, destacando os principais avanços, limitações e perspectivas de aprimoramento.

Ao final da seção, realiza-se uma comparação entre os projetos analisados, evidenciando o diferencial e a contribuição da proposta aqui desenvolvida.

### 2.1 Aplicativo MeGuia : traçando Rotas Acessíveis no Espaço Urbano

O artigo de Santos (2020), intitulado Aplicativo MeGuia: Traçando Rotas Acessíveis no Espaço Urbano, apresenta o desenvolvimento de um sistema voltado ao recurso de apoio digital, cujo objetivo é auxiliar pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida a encontrar rotas acessíveis nas cidades. O aplicativo foi desenvolvido com o framework Laravel e modelado em UML, fundamentando-se em uma pesquisa exploratória e bibliográfica. O sistema permite que o usuário visualize, de forma colaborativa, trajetos com pontos acessíveis e não acessíveis a partir das contribuições de outros usuários, promovendo autonomia, segurança e cidadania.

Entre as vantagens do projeto destacam-se o caráter colaborativo da plataforma e o foco na mobilidade urbana inclusiva, uma vez que os próprios cidadãos alimentam o sistema com informações reais, favorecendo a atualização contínua dos dados. O uso do Laravel também confere estabilidade e escalabilidade para futuras expansões. Contudo, o artigo aponta desafios como a dependência da colaboração dos usuários para o registro dos pontos acessíveis e a necessidade de validação das informações inseridas, o que pode afetar a precisão do mapa. Como proposta de trabalho futuro, a autora sugere o aperfeiçoamento do sistema e sua ampliação para diferentes cidades, integrando-o a políticas públicas de acessibilidade.

## **2.2 Aplicativo colaborativo com informações de acessibilidade a serviços e locais turísticos: estudo de caso em Foz do Iguaçu/PR**

O artigo de Rosa (2020) apresenta o desenvolvimento do aplicativo Mapa de Locais Acessíveis, originado do projeto “Unila Acessível”, vinculado à Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), em Foz do Iguaçu (PR). O estudo teve como objetivo principal promover o acesso à informação sobre acessibilidade urbana por meio de um aplicativo colaborativo capaz de auxiliar pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida a se locomoverem com mais conforto e segurança. A pesquisa utilizou Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para o mapeamento de pontos acessíveis na cidade, com base nos parâmetros da ABNT NBR 9050/2015.

O processo de desenvolvimento incluiu levantamento de requisitos, codificação, testes e publicação do aplicativo, precedido por uma revisão sistemática da literatura sobre acessibilidade e ferramentas inclusivas aplicadas ao turismo e à mobilidade. O autor identificou 13 itens de acessibilidade e criou um projeto piloto na UNILA para validação e ajustes antes da publicação final. Entre as principais vantagens do trabalho estão o caráter colaborativo, a aplicação de normas técnicas oficiais e o uso de SIG, que conferem maior precisão às informações mapeadas.

10197

Entretanto, o artigo apresenta limitações como o foco geográfico restrito à cidade de Foz do Iguaçu, a ausência de interação entre usuários e a falta de recursos de personalização da interface para diferentes tipos de deficiência. Como proposta de trabalhos futuros, Rosa (2020) sugere a expansão do aplicativo para outros municípios, o aprimoramento das funcionalidades colaborativas e a inclusão de atualizações em tempo real.

## **2.3 Consigo: proposta de aplicativo para sinalização e apoio à mobilidade acessível**

O projeto Consigo, desenvolvido por Santos (2024), tem como objetivo propor, por meio de um protótipo navegável, um aplicativo mobile de apoio e sinalização à mobilidade acessível, destinado a auxiliar pessoas com deficiência visual a se deslocarem com mais segurança e informação no ambiente urbano. Para a elaboração do protótipo, foi utilizada a metodologia Iterato, proposta por Gonçalves, Fadel, Batista e Woloszyn (2022), que orienta processos de pesquisa, testes e refinamento de produtos digitais voltados à experiência do usuário. O aplicativo apresenta uma interface de alta fidelidade, compatível parcialmente com leitores de tela, além de sinalizações virtuais e um canal de comunicação entre usuários, reforçando o papel coletivo da sociedade na construção de espaços urbanos mais acessíveis.

Entre as principais vantagens do projeto destacam-se o foco no design inclusivo, a adoção de diretrizes internacionais de acessibilidade (WCAG) e a integração de soluções tecnológicas, como leitores de tela e recursos de voz. O uso do método Iterato possibilitou um desenvolvimento centrado no usuário, incluindo a participação de pessoas com deficiência nas etapas de design, o que promoveu maior empatia e eficiência na criação da interface.

Por outro lado, o estudo apresenta limitações, como o fato de ser apenas um protótipo de alta fidelidade, sem implementação funcional completa, o que restringe a avaliação prática do sistema. O projeto também se concentra exclusivamente na deficiência visual, sem contemplar outros tipos de deficiência. Como proposta de trabalhos futuros, Santos (2024) sugere o desenvolvimento de uma versão operacional do aplicativo, com expansão das funcionalidades de sinalização e navegação, compatibilidade total com leitores de tela e suporte a múltiplos tipos de deficiência.

## 2.4 Diferencial do MobiUni

A análise dos trabalhos apresentados evidencia que todos compartilham a preocupação em promover a acessibilidade urbana por meio de soluções digitais, embora apresentem limitações específicas. O MeGuia (SANTOS, 2020) foca no mapeamento de pontos acessíveis e não acessíveis utilizando Laravel e UML, mas depende fortemente da colaboração dos usuários e carece de recursos interativos avançados. O Mapa de Locais Acessíveis (ROSA, 2020) emprega conceitos de SIG e normas da ABNT NBR 9050/2015, com foco na cidade de Foz do Iguaçu, mas limita-se ao contexto turístico e não oferece personalização por tipo de deficiência. Já o Consigo (SANTOS, 2024) propõe um protótipo mobile de apoio à mobilidade acessível, com ênfase na deficiência visual e compatibilidade parcial com leitores de tela, porém ainda sem aplicação prática consolidada ou suporte a múltiplas deficiências.

Em contraste, o projeto MobiUni desenvolvido distingue-se por oferecer uma plataforma completa, funcional e socialmente interativa, que alia mapeamento colaborativo à personalização da experiência do usuário. Implementado em Java e estruturado segundo a arquitetura MVC, o sistema incorpora um mapa interativo baseado em dados abertos, permitindo a visualização de rotas e pontos acessíveis filtráveis por tipo e subtipo de deficiência (visual, auditiva, física, intelectual ou múltipla).

10198

Entre suas principais funcionalidades estão o modo de acessibilidade ajustável, uma comunidade integrada para postagens, curtidas e comentários, além de um painel de perfil com preferências salvas. Assim, o sistema ultrapassa a função de simples guia urbano, consolidando-se como um ambiente colaborativo de interação e conscientização sobre inclusão.

Outro diferencial relevante é o design inclusivo e responsivo, com suporte a alto contraste, navegação por teclado e futura integração com tradutores de linguagem de sinais. Enquanto as iniciativas analisadas concentram-se em aspectos isolados, a proposta aqui apresentada integra múltiplos recursos em uma única solução unindo mapas acessíveis, comunidade e personalização inteligente. Essa combinação transforma a ferramenta em um verdadeiro espaço digital de participação e cidadania, ampliando seu potencial como inovação tecnológica voltada à acessibilidade em contextos urbanos diversos.

## 3 MÉTODOS

O desenvolvimento da plataforma seguiu uma metodologia exploratória e aplicada, direcionada à criação de um ambiente web acessível e inclusivo. As etapas do processo envolveram desde a definição dos requisitos e da arquitetura do sistema até o desenvolvimento das camadas de software e a validação das funcionalidades implementadas, conforme descrito a seguir.

### 3.1 Estrutura de Integração e Comunicação

A comunicação entre as diferentes camadas do sistema é realizada por meio de uma API RESTful, desenvolvida em Java com o framework Spring Boot, fundamentada nos princípios definidos por Fielding (2000), que estabelecem diretrizes para uma interação eficiente entre cliente e servidor. Essa abordagem permite a troca de informações no formato JSON, promovendo o desacoplamento entre front-end e back-end, além de garantir a manutenção e evolução contínuas sem comprometer o desempenho.

**Figura 1.** Código de uma API da classe `AcessibilidadeController`.

```
@RestController no usages  AnnBtz21937
@RequestMapping("/acessibilidade")
public class AcessibilidadeController {

    private final AcessibilidadeContext contexto = new AcessibilidadeContext();

    @PostMapping("/modo") no usages  AnnBtz21937
    public String aplicarModo(@RequestParam String tipo) {
        AcessibilidadeStrategy strategy;

        switch (tipo.toLowerCase()) {
            case "visual":
                strategy = new VisualStrategy();
                break;
            case "auditiva":
                strategy = new AuditivaStrategy();
                break;
            case "fisica":
                strategy = new FisicaStrategy();
                break;
            default:
                strategy = new FisicaStrategy();
                break;
        }

        return contexto.aplicar(strategy, tipo);
    }
}
```

---

10199

**Fonte:** Autoral, 2025.

A escolha dessa arquitetura deve-se à sua leveza, escalabilidade e compatibilidade com diversas plataformas, incluindo aplicações móveis e sistemas baseados em dados abertos. Conforme Richardson e Ruby (2007), o modelo REST destaca-se pela clareza na definição de

rotas e operações, favorecendo o desenvolvimento de sistemas distribuídos com alta interoperabilidade.

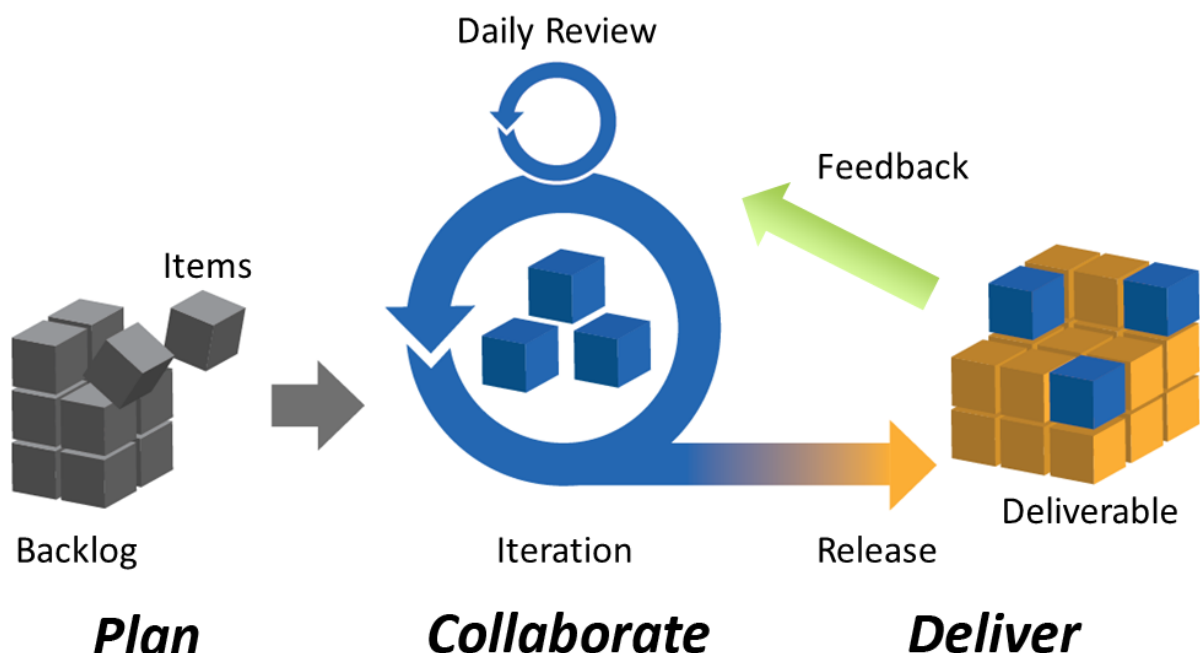
A camada de persistência foi implementada com Spring Data JPA, responsável pelo gerenciamento dos dados no banco MySQL. Já os controladores REST processam as requisições e retornam respostas padronizadas, utilizando os métodos HTTP GET, POST, PUT e DELETE, que permitem realizar operações de leitura, criação, atualização e exclusão de registros.

Foram criados endpoints específicos para funcionalidades como gerenciamento de usuários, cadastro e atualização de locais acessíveis, busca por bairros, controle de postagens e preferências de acessibilidade. Essa estrutura modular assegura flexibilidade e escalabilidade, permitindo a integração de novos recursos no futuro. Com isso, o sistema consolida-se como uma solução estável, evolutiva e voltada à inclusão digital, sustentada por uma arquitetura moderna e bem definida.

### 3.2 Metodologia Ágil

A metodologia ágil aplicada ao projeto foi essencial para garantir flexibilidade e evolução contínua durante o desenvolvimento. O processo foi estruturado em ciclos curtos, denominados sprints, nos quais pequenas partes do sistema eram planejadas, implementadas e avaliadas de forma incremental. Cada ciclo resultava em uma versão funcional, permitindo identificar falhas, aprimorar o desempenho e ajustar a interface com base nas observações dos usuários.

**Figura 2.** Ciclos iterativos do desenvolvimento ágil de projetos.



Agile Project Management: Iteration

**Fonte:** Planbox, 2012.

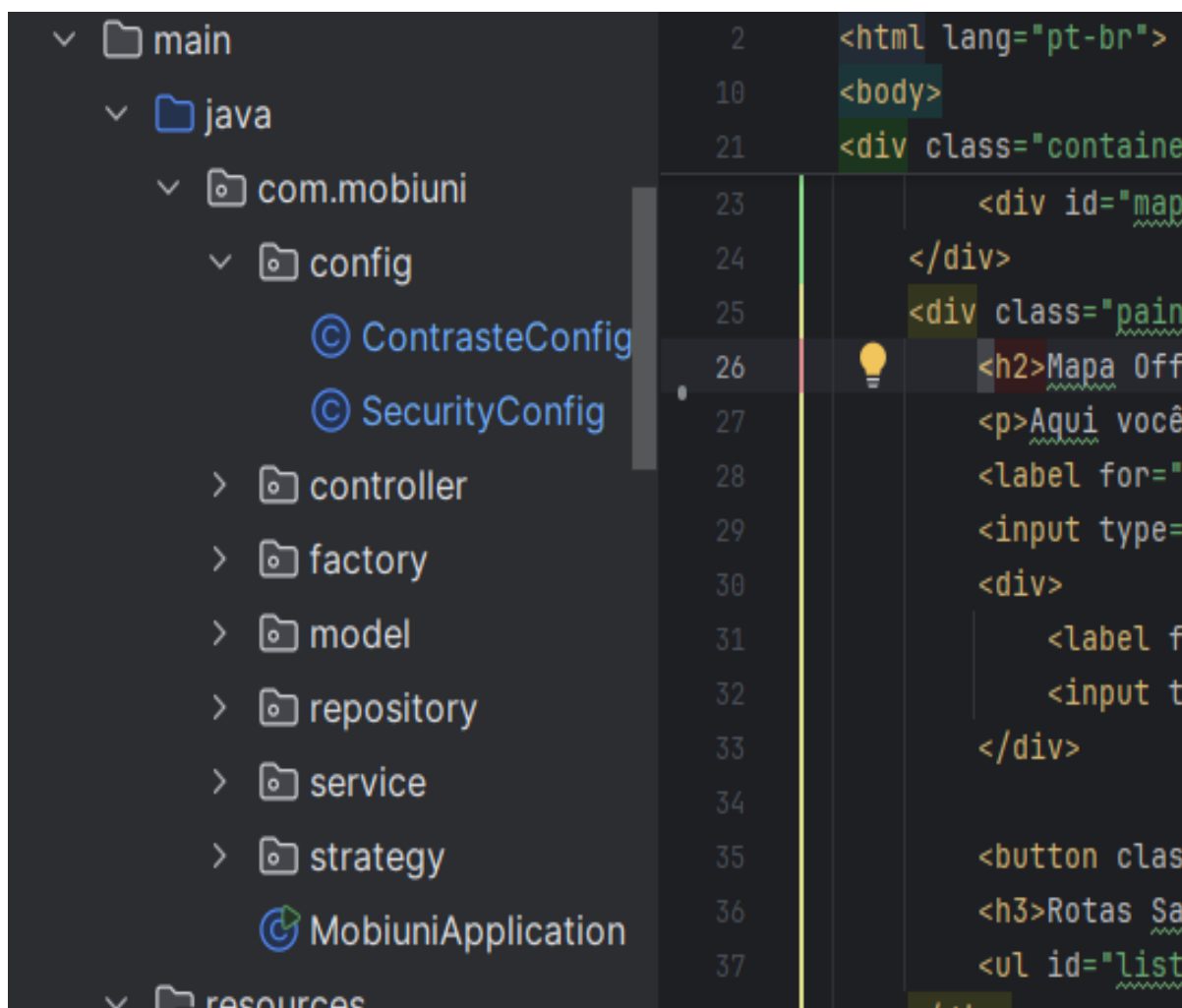


De acordo com Pires Loddi e Ribeiro de Campos (2021), a metodologia Scrum é uma das abordagens ágeis mais eficazes para o desenvolvimento de software, pois promove entregas contínuas e facilita a adaptação a mudanças de requisitos. Assim, a aplicação adotou essa estrutura iterativa para acompanhar o avanço das funcionalidades e garantir um desenvolvimento mais adaptável e eficiente. Além disso, o uso dessa abordagem favoreceu o trabalho modular, integrando o back-end, o front-end e os recursos de acessibilidade de forma progressiva e coerente.

### 3.3 Análise de Requisitos e Modelagem

A fase inicial do projeto concentrou-se na análise de requisitos e na modelagem conceitual do sistema. Nessa etapa, foram identificadas as principais demandas de pessoas com deficiência em contextos urbanos, especialmente a falta de informações claras e acessíveis sobre trajetos e locais adaptados. Com base nesses levantamentos, definiram-se as funcionalidades centrais da plataforma, como o cadastro de usuários, o mapa interativo de pontos acessíveis, o painel de perfil personalizado e as comunidades colaborativas voltadas à troca de experiências.

Figura 3. MVC.



10201

Fonte: Autoral, 2025.

Para a representação estrutural e comportamental do sistema, foi empregada a linguagem UML, por meio de diagramas de classes e casos de uso, que auxiliaram na compreensão das interações e fluxos de informação. Adotou-se o padrão arquitetural Model-View-Controller (MVC), visando garantir a separação entre as camadas de lógica de negócio, controle e apresentação, o que favorece a manutenção, o reuso do código e a evolução do sistema de forma organizada e escalável.

### 3.4 Desenvolvimento do Back-End

O back-end foi desenvolvido em Java utilizando o framework Spring Boot, que oferece uma estrutura robusta e escalável para aplicações web. Essa camada é responsável pelo processamento das regras de negócio, autenticação de usuários, persistência e comunicação com o banco de dados MySQL. A integração com o Spring Data JPA garantiu a manipulação eficiente das informações armazenadas, evitando consultas manuais e mantendo a integridade referencial das tabelas. O Spring Security foi implementado para assegurar o controle de acesso e a proteção dos dados, atendendo aos princípios de segurança da informação.

Segundo o Spring (2025), o framework foi projetado para tornar o desenvolvimento em Java mais rápido, simples e produtivo, integrando recursos como injeção de dependências, inicialização automática e servidores embutidos, o que reduz significativamente o tempo de implementação. Essa abordagem possibilitou a criação de uma base sólida e flexível para futuras expansões do sistema, incluindo integrações externas e novas funcionalidades voltadas à acessibilidade, garantindo eficiência, modularidade e segurança.

### 3.5 Desenvolvimento do Front-End

A camada de interface foi desenvolvida com HTML5, CSS3 e JavaScript, priorizando o design inclusivo e a responsividade. Conforme descrito pela Mozilla Developer Network (2025), o JavaScript é uma linguagem de programação essencial para o desenvolvimento web dinâmico, permitindo a criação de elementos interativos, como mapas, animações e conteúdos atualizados em tempo real. No contexto da plataforma, essa tecnologia foi aplicada para viabilizar a interação entre o usuário e o mapa, integrando a plataforma de mapeamento colaborativo e aprimorando a experiência de acessibilidade digital.

O OpenStreetMap foi utilizado como base cartográfica gratuita e de código aberto, permitindo exibir pontos de acessibilidade no mapa conforme o tipo de deficiência. A interface adota uma disposição horizontal, na qual o mapa ocupa o lado esquerdo e o painel informativo o lado direito, com uma barra superior que concentra opções como login, comunidades e configurações de acessibilidade. A construção visual seguiu as diretrizes da Web Accessibility Initiative (W3C, 2024), com ênfase em contraste de cores, legibilidade e navegabilidade por teclado. Essa abordagem assegura uma experiência acessível e confortável para diferentes perfis de usuários, promovendo inclusão e autonomia digital.

## 4 RESULTADOS

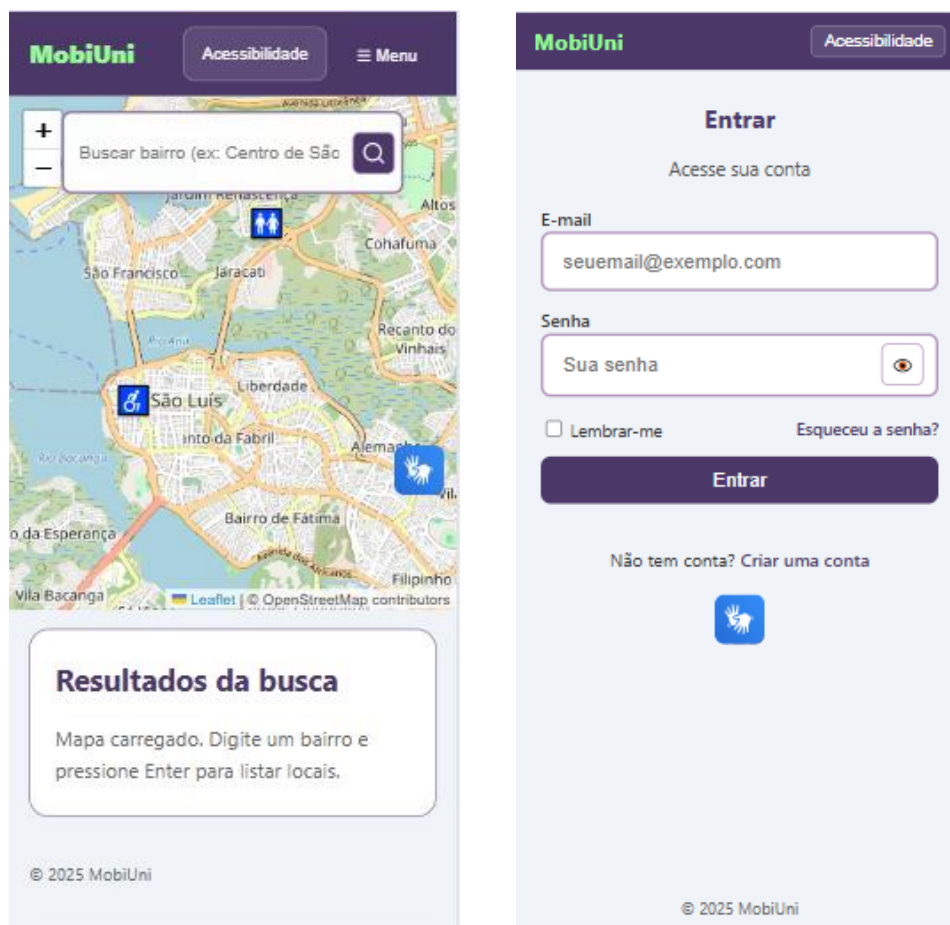
O desenvolvimento do projeto resultou em uma plataforma funcional que integra recursos de acessibilidade, interação social e personalização da experiência conforme o perfil de cada usuário. Os testes de usabilidade foram realizados com pessoas com diferentes tipos de deficiência e também com participantes sem deficiência, a fim de avaliar a clareza da interface, a facilidade de navegação e a compreensão das funcionalidades. Essa diversidade de perfis permitiu observar como o sistema se adapta a distintas necessidades de mobilidade e acessibilidade digital.



#### 4.1 Implementação das Telas

A interface foi concebida para operar de forma consistente em dispositivos móveis e desktops, preservando navegação, hierarquia visual e padrões de acessibilidade. A adaptação responsiva prioriza componentes reutilizáveis (botões, cards, formulários e barras de navegação), garantindo paridade funcional entre tamanhos de tela e reduzindo custos de manutenção.

**Figura 3.** Tela inicial e tela de login (versão mobile).



**Fonte:** Autoral, 2025.

A Figura 3 acima apresenta a versão mobile da interface inicial e da tela de login do sistema. A página principal reúne o mapa interativo e os resultados de busca, permitindo ao usuário localizar pontos acessíveis e visualizar informações detalhadas, como tipo de acessibilidade, horário de funcionamento e avaliações. Já a tela de login mantém o mesmo padrão visual e de usabilidade, com campos bem identificados, foco visível, e suporte à navegação por teclado e leitores de tela. Nela, o usuário pode inserir suas credenciais, ativar a opção “lembrar-me”, recuperar a senha ou criar uma nova conta, garantindo um fluxo de autenticação acessível e intuitivo. Ambas as telas seguem princípios de design inclusivo e responsivo, utilizando ícones ampliados, contraste adequado e integração com o VLibras e o botão de acessibilidade, que oferecem recursos de leitura em voz alta, tradução em Libras e ajuste de contraste, assegurando uma experiência coerente e inclusiva em toda a plataforma.

**Figura 4.** Tela de cadastro (versão mobile).

**MobiUni** Acessibilidade

**Criar conta**

Preencha seus dados e marque as opções de acessibilidade.

**Dados pessoais**

Nome completo  
Ex.: Ana Beatriz

E-mail  
nome@dominio.com

Senha  
Mínimo 6 caracteres

Cidade  
Ex.: São Luís

**Deficiências**

☐ Visual ☐ Auditiva ☐ Física  
☐ Intelectual ☐ Outras

**Preferências visuais**

☐ Baixa visão  
☐ Daltonismo  
☐ Cegueira

**Preferências auditivas**

☐ VLibras automático  
☐ Legendas

**Preferências motoras**

☐ Alvos maiores  
☐ Navegar por teclado

**Preferências cognitivas**

☐ Texto simplificado  
☐ Reduzir animações

**Outras deficiências**

☐ Visual ☐ Auditiva ☐ Física  
☐ Intelectual ☐ Outras

**Preferências motoras**

☐ Alvos maiores  
☐ Navegar por teclado

**Preferências cognitivas**

☐ Texto simplificado  
☐ Reduzir animações

**Outras deficiências**

Descreva  
Ex.: TEA, TDAH, etc.

**Termos**

Leia nossos [Termos de Uso e Política de Privacidade](#) antes de continuar.

☐ Li e concordo com os termos.

**Criar conta**

Já tenho conta

© 2025 MobiUni

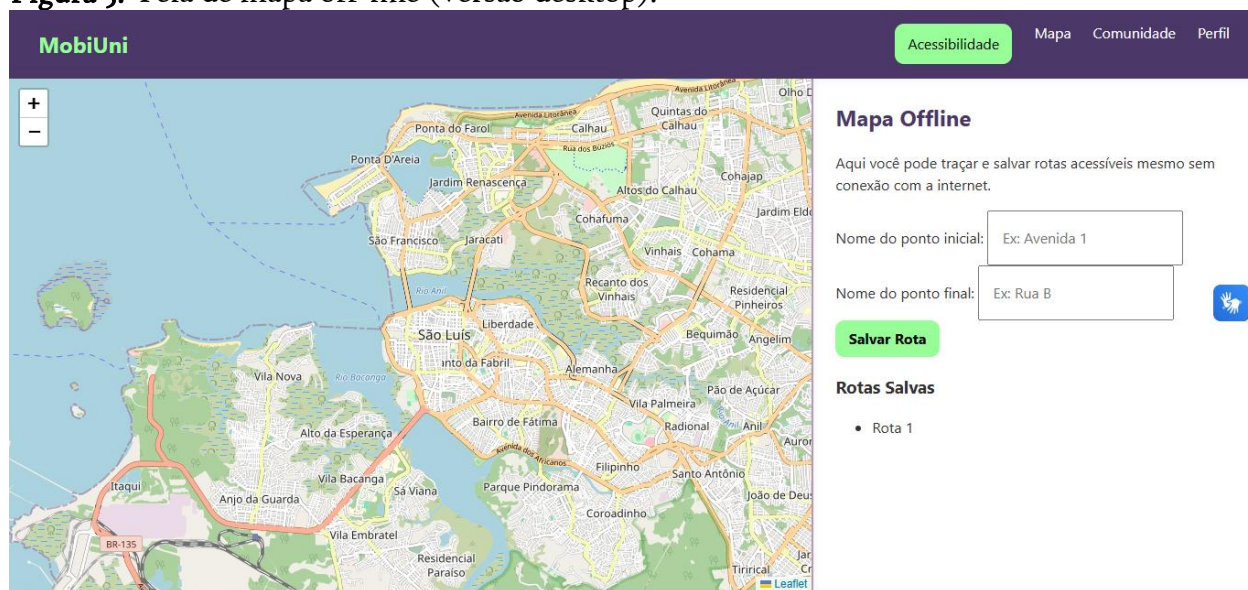
**Fonte:** Autoral, 2025.

A Figura 4 apresenta a tela de cadastro da versão mobile, onde o usuário insere seus dados pessoais e define o perfil de acessibilidade, escolhendo entre as opções visual, auditiva, física, intelectual ou múltipla. Essa etapa é essencial, pois a seleção correta do tipo de deficiência permite que o sistema adapte automaticamente a interface ajustando contraste, tamanho da fonte, leitura em voz alta, disposição dos elementos e demais recursos de apoio à acessibilidade,

de acordo com as necessidades específicas de cada pessoa. Além disso, pessoas sem deficiência também podem criar uma conta, contribuindo com avaliações, marcações de locais e interações na comunidade, o que fortalece o caráter colaborativo da plataforma. O design segue os mesmos princípios de acessibilidade da aplicação, com campos bem identificados, mensagens de erro textuais e compatibilidade com leitores de tela. Ao final do processo, o usuário visualiza o termo de uso e a política de privacidade, elaborados em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), reforçando a transparência e a segurança das informações cadastradas.

A consideração de diferentes tipos de deficiência é fundamental para que o sistema atenda às diversas formas de interação humana com o ambiente digital. Cada grupo de usuários apresenta necessidades específicas. Pessoas com deficiência visual dependem de leitura em voz alta e alto contraste; aquelas com deficiência auditiva necessitam de tradução em Libras ou legendas; usuários com deficiência física requerem maior área de clique e suporte à navegação por teclado; enquanto pessoas com deficiência intelectual beneficiam-se de interfaces simplificadas e ícones intuitivos. Ao contemplar essas variações, o projeto promove equidade no acesso à informação e reforça o princípio do design universal, garantindo que a plataforma seja realmente inclusiva e adaptável a todos os perfis de usuários.

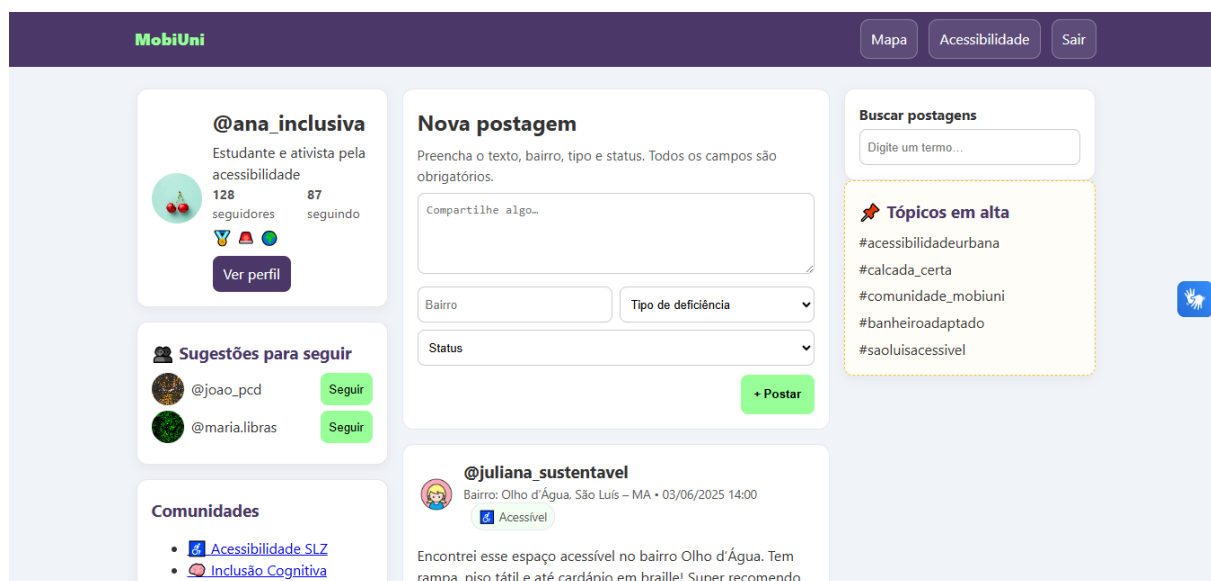
**Figura 5.** Tela de mapa off-line (versão desktop).



**Fonte:** Autoral, 2025.

A Figura 5 apresenta a versão desktop do mapa off-line, que possibilita ao usuário visualizar rotas, bairros e pontos acessíveis mesmo sem conexão à internet. Essa funcionalidade amplia significativamente o alcance da plataforma, permitindo que pessoas com ou sem deficiência continuem utilizando o sistema em locais com baixa cobertura de rede ou em situações de mobilidade restrita. O recurso reforça o compromisso do projeto com a inclusão digital, ao garantir acesso contínuo às informações de acessibilidade urbana, independentemente das condições de conectividade. O layout horizontal favorece a leitura e a navegação, exibindo o mapa à esquerda e um painel lateral à direita, com dados detalhados sobre cada ponto cadastrado, como endereço, tipo de adaptação e avaliações dos usuários. Essa disposição facilita a compreensão visual e mantém a coerência com a versão mobile, assegurando uma experiência uniforme, responsiva e acessível em diferentes dispositivos.

**Figura 6.** Tela de comunidade (versão desktop).



**Fonte:** Autoral, 2025.

A Figura 6 apresenta a tela da comunidade, disponível na versão desktop, que funciona como um espaço digital de interação e troca de experiências entre pessoas com e sem deficiência. Nesse ambiente, os usuários podem criar postagens, curtir, comentar e compartilhar conteúdos relacionados à mobilidade, inclusão e acessibilidade urbana, fortalecendo o aspecto colaborativo da plataforma. A interface mantém o padrão visual das demais telas, com cores contrastantes, tipografia legível e botões acessíveis, garantindo navegação fluida por meio de teclado, leitor de tela ou dispositivos de entrada alternativos.

10206

Além disso, a estrutura foi projetada para promover comunicação inclusiva, permitindo que todos os participantes expressem opiniões e compartilhem vivências sobre desafios e soluções no espaço urbano. Assim, a comunidade consolida o papel do sistema como uma ferramenta não apenas de mapeamento, mas também de conscientização social e construção coletiva da acessibilidade.

#### 4.2 Questionário

A etapa de validação do sistema foi conduzida por meio de um estudo aplicado de natureza qualitativa e quantitativa, realizado em 20 de outubro de 2025, na ESCEMA – Escola de Cegos do Maranhão, em São Luís (MA). A amostra contou com dez participantes com diferentes perfis, incluindo pessoas com deficiências visual, auditiva, física, múltipla e intelectual, além de usuários sem deficiência. Essa diversidade possibilitou compreender como o sistema se comporta diante de diferentes necessidades de acessibilidade e perfis de interação digital.

O questionário aplicado continha dez perguntas discursivas, abordando temas como mobilidade urbana, barreiras de acessibilidade, percepção social da deficiência e interação com recursos tecnológicos voltados à inclusão. O objetivo foi avaliar de que maneira o sistema contribui para a autonomia dos usuários e identificar aspectos passíveis de aprimoramento. As respostas foram analisadas de forma temática e representadas graficamente, possibilitando a identificação de padrões, índices de satisfação e sugestões de melhoria.

**Tabela 1.** Perguntas dissertativas usadas no questionário.

Perguntas
1. Quais são as principais dificuldades que você encontra ao se locomover pela cidade?
2. Como você percebe a acessibilidade nos locais públicos e privados que frequenta?
3. Você considera que o piso tátil e outras sinalizações estão bem aplicados na sua cidade? Por quê?
4. De que forma a tecnologia pode contribuir para melhorar sua mobilidade e independência?
5. Como você imagina um aplicativo ideal voltado à acessibilidade urbana?
6. O que você acha da proposta do MobiUni de indicar locais acessíveis e permitir interação entre usuários?
7. Que tipos de recursos ou funcionalidades você considera essenciais em um aplicativo como o MobiUni?
8. Você acredita que um aplicativo voltado à acessibilidade pode ajudar a conscientizar a sociedade sobre os desafios enfrentados por pessoas com deficiência?
9. Como um sistema como o MobiUni poderia tornar seu dia a dia mais inclusivo e autônomo?
10. O que o conceito de acessibilidade representa para você no contexto urbano e digital?

**Fonte:** Autoral, 2025.

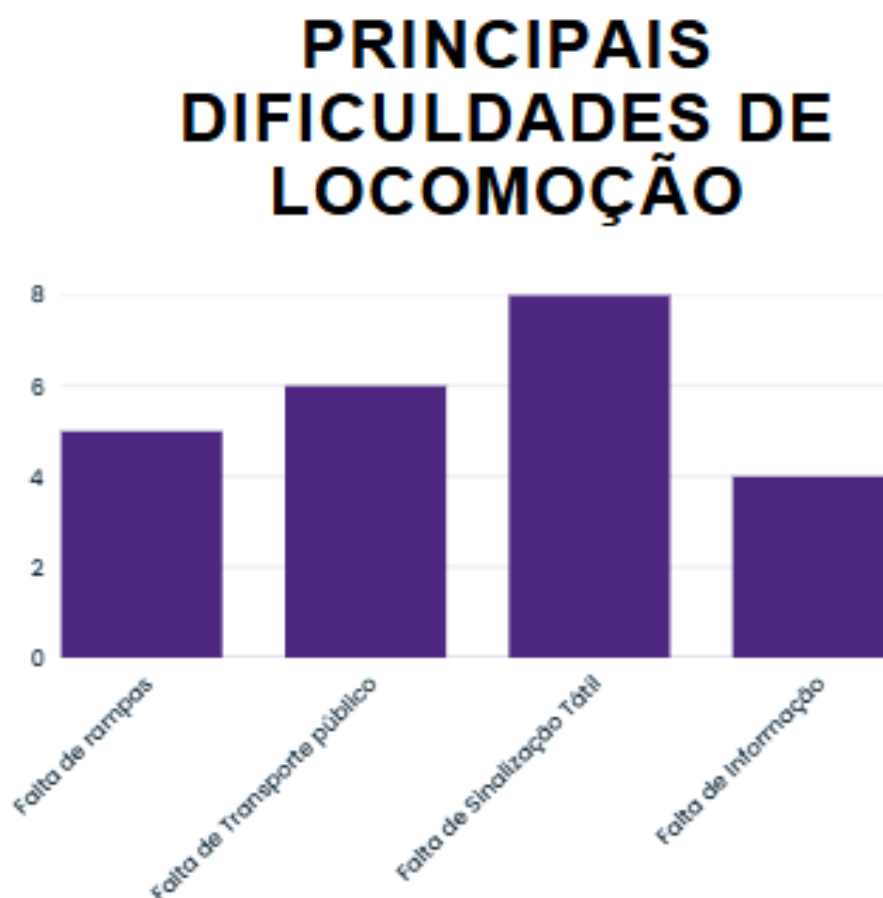
10207

O Gráfico 1 apresenta as principais dificuldades de locomoção relatadas pelos participantes durante a pesquisa. A ausência de sinalização tátil foi citada por 80% dos entrevistados, revelando que a falta de orientações sensoriais adequadas ainda é um dos maiores obstáculos para pessoas com deficiência visual, tanto em calçadas quanto em prédios públicos e privados. Em seguida, 60% apontaram a carência de transporte público acessível, o que evidencia limitações estruturais que comprometem a mobilidade e a autonomia cotidiana. A falta de rampas ou adequação de calçadas também foi mencionada por 50% dos participantes, demonstrando que as barreiras arquitetônicas persistem mesmo após avanços nas legislações de acessibilidade.

Outro dado relevante é que 40% relataram escassez de informações confiáveis sobre acessibilidade em espaços urbanos. Esse ponto reforça a importância de soluções tecnológicas integradas, que concentram e atualizam dados sobre locais adaptados, reduzindo a dependência de informações dispersas ou desatualizadas. Essa lacuna informacional mostra que a exclusão não ocorre apenas por barreiras físicas, mas também pela falta de acesso à informação, o que limita a capacidade de planejamento e deslocamento seguro.

Os resultados indicam que as barreiras físicas e comunicacionais ainda coexistem nas cidades brasileiras, tornando essencial a criação de ferramentas digitais que unam mapeamento colaborativo, educação sobre acessibilidade e compartilhamento de experiências entre diferentes perfis de usuários. Assim, o Gráfico 1 evidencia não apenas a necessidade de infraestrutura urbana acessível, mas também o papel das tecnologias inclusivas na redução das desigualdades de mobilidade e informação.

**Gráfico 1.** Principais dificuldades de locomoção relatadas pelos participantes.



10208

**Fonte:** Autoral, 2025.

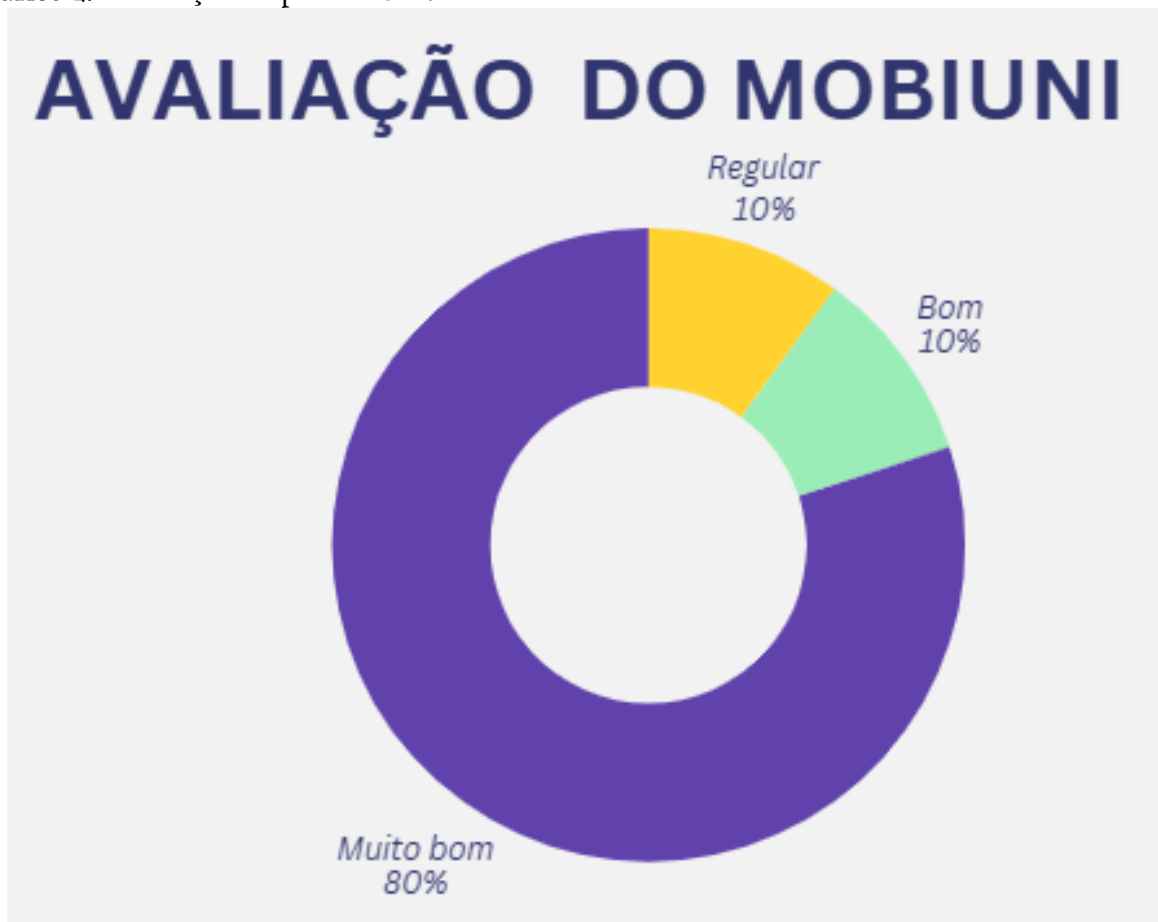
O Gráfico 2 apresenta a avaliação geral do sistema após o período de uso pelos participantes. Os resultados revelam uma aceitação amplamente positiva: 80% classificaram a experiência como muito boa, 10% como boa e 10% como regular, sem registros de avaliações negativas. Esse índice elevado demonstra que a interface e as funcionalidades implementadas atenderam às expectativas de acessibilidade, clareza e praticidade do público-alvo.

As análises qualitativas complementares evidenciaram que os usuários valorizaram principalmente a organização visual, a simplicidade da navegação e a clareza das informações apresentadas nas telas. Esses fatores refletem a eficácia das diretrizes de design inclusivo aplicadas ao projeto, que buscaram minimizar sobrecarga cognitiva e tornar a experiência de uso acessível a diferentes perfis. Além disso, recursos específicos como o VLibras, o modo de alto contraste e a navegação por teclado foram destacados como diferenciais que ampliam a autonomia e a sensação de pertencimento digital de pessoas com deficiência.

Outro ponto relevante observado nas respostas foi a consistência entre as versões mobile e desktop, que manteve o mesmo padrão de cores, ícones e hierarquia visual. Essa coerência reforça a percepção de um ambiente familiar, intuitivo e contínuo, independentemente do dispositivo utilizado. De modo geral, o Gráfico 2 confirma que o sistema alcançou altos níveis de satisfação e usabilidade, validando a proposta de unir acessibilidade, funcionalidade e inclusão social em uma única plataforma.



**Gráfico 2.** Avaliação da plataforma.



10209

**Fonte:** Autoral, 2025.

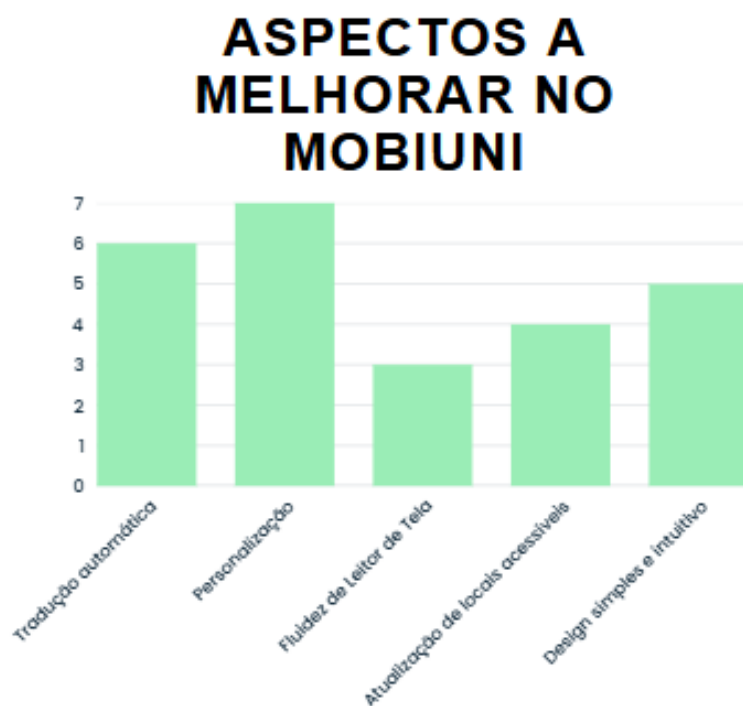
Gráfico 3 apresenta as principais sugestões de aprimoramento feitas pelos participantes após o uso do sistema. A personalização por tipo de deficiência foi a recomendação mais frequente (70%), demonstrando a importância de adaptar a interface e as funcionalidades às diferentes necessidades de acessibilidade. Esse resultado reforça a necessidade de o sistema continuar evoluindo em direção ao design universal, conceito que busca atender, de forma equitativa, pessoas com variadas limitações sensoriais, cognitivas ou motoras.

A tradução automática em Libras foi mencionada por 60% dos respondentes, evidenciando a relevância de ampliar os recursos de comunicação inclusiva e de fortalecer a autonomia das pessoas surdas no ambiente digital. Essa sugestão reflete o interesse do público em ferramentas que reduzam barreiras linguísticas e tornem a experiência mais acessível para todos.

Também foram apontadas a simplificação da interface e o aprimoramento do design visual (50%), o que indica a valorização de uma experiência mais clara, direta e intuitiva. Essas observações ressaltam a importância da estética funcional e da usabilidade, sobretudo para usuários com deficiência intelectual ou para aqueles que estão tendo o primeiro contato com tecnologias assistivas.

Outras recomendações envolveram a atualização automática dos locais acessíveis (40%) e o aperfeiçoamento do leitor de tela (30%), sugerindo o interesse por um sistema mais dinâmico, fluido e responsivo. As contribuições revelam o engajamento dos participantes e reforçam o caráter participativo e em constante aprimoramento da aplicação, que se consolida como uma ferramenta inclusiva e aberta à evolução contínua.

**Gráfico 3.** Aspectos a melhorar na plataforma segundo os participantes.



**Fonte:** Autoral, 2025.

10210

A análise dos resultados demonstra que a aplicação atingiu seu propósito de promover inclusão digital e mobilidade acessível, respondendo de forma eficaz às demandas identificadas entre usuários com diferentes perfis e necessidades. As avaliações indicaram alta aceitação em termos de usabilidade e acessibilidade, confirmando a eficiência do design responsivo e dos recursos integrados.

Apesar do desempenho satisfatório, os participantes apontaram aspectos que podem ser aprimorados, como a personalização por tipo de deficiência, a implementação da tradução automática em Libras e a melhoria da fluidez do leitor de tela. Essas observações reforçam o caráter evolutivo e participativo do projeto, que se mantém aberto ao feedback e à inovação contínua. De modo geral, o sistema encontra-se em um estágio maduro de desenvolvimento, com potencial para consolidar-se como uma plataforma completa, flexível e socialmente relevante, capaz de se adaptar a diferentes contextos urbanos e ampliar o acesso de pessoas com deficiência aos espaços públicos.

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram que o sistema desenvolvido se consolidou como uma ferramenta eficaz de inclusão digital e mobilidade urbana, ao integrar diferentes recursos voltados à acessibilidade e à participação social. As funcionalidades de leitura em voz alta, tradução automática e personalização da interface, conforme o tipo de deficiência, mostraram-se determinantes para ampliar a autonomia dos usuários e reduzir barreiras de interação tanto no ambiente físico quanto no digital.

Segundo Bastos et al. (2023), a difusão de soluções inclusivas no Brasil ainda enfrenta entraves estruturais, como a ausência de políticas de incentivo e o alto custo de implementação tecnológica. Nesse cenário, o sistema proposto se destaca por propor uma abordagem acessível, colaborativa e escalável, capaz de aproximar a tecnologia da realidade cotidiana de pessoas com deficiência. Em consonância, Penha et al. (2024) destacam que recursos de comunicação alternativa fortalecem a cidadania e estimulam o engajamento comunitário, aspectos observados nas interações e avaliações dos usuários durante os testes da aplicação.

A análise de Grubba e Pissolatto (2024) complementa essa visão ao afirmar que a acessibilidade urbana deve ser entendida de forma ampla, abrangendo tanto a infraestrutura física quanto o acesso equitativo à informação e à tecnologia. Sob essa perspectiva, o sistema contribui diretamente para a efetivação do direito à mobilidade e à inclusão social previsto na Convenção sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência (ONU), demonstrando que ferramentas digitais podem atuar como agentes transformadores da cidadania.

Embora os resultados tenham sido amplamente positivos, o estudo apresentou algumas limitações, como o número reduzido de participantes e a fase inicial de desenvolvimento de certas funcionalidades, entre elas a tradução automática em Libras e a atualização dinâmica de pontos acessíveis. Para trabalhos futuros, recomenda-se o aperfeiçoamento da API REST, o uso de inteligência artificial para análise de dados e a expansão da plataforma para dispositivos móveis, o que poderá consolidar o MobiUni como uma referência nacional em acessibilidade colaborativa e inovação social.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo desenvolver uma plataforma web colaborativa voltada à promoção da acessibilidade urbana e da inclusão digital de pessoas com diferentes necessidades. A proposta buscou criar um ambiente capaz de mapear locais acessíveis, facilitar a troca de informações entre usuários e adaptar a interface conforme o perfil de cada participante. Os resultados demonstraram que o sistema alcançou plenamente seu propósito, apresentando eficiência técnica e aplicabilidade prática dos conceitos de usabilidade e design inclusivo.

A adoção de Java com o framework Spring Boot no back-end, em conjunto com o MySQL e a integração ao OpenStreetMap, proporcionou uma infraestrutura sólida, escalável e de baixo custo. No front-end, o uso de HTML5, CSS3 e JavaScript possibilitou a criação de interfaces responsivas e acessíveis, compatíveis com leitores de tela, modos de alto contraste e tradução automática em Libras via VLibras. Essas decisões técnicas resultaram em um protótipo funcional, alinhado às diretrizes da Web Accessibility Initiative (WAI) e à ABNT NBR 9050/2015, que orienta boas práticas de acessibilidade digital.

Os testes com usuários de perfis diversos indicaram alta aceitação quanto à navegabilidade, legibilidade e personalização da interface. As avaliações mostraram que o sistema se destaca por integrar múltiplos recursos de acessibilidade em um único ambiente, fortalecendo seu papel como instrumento de apoio à mobilidade urbana e à conscientização social. Ainda assim, foram identificadas oportunidades de aprimoramento, especialmente no desenvolvimento de tradução automática em Libras, no refinamento do design adaptativo e na atualização dinâmica dos pontos acessíveis, aspectos apontados pelos próprios usuários durante as avaliações.

Em síntese, o projeto representa uma contribuição significativa ao campo das tecnologias assistivas, demonstrando que soluções digitais bem estruturadas podem ampliar o acesso à informação e promover autonomia. Como continuidade, propõe-se a aplicação de inteligência artificial para recomendação de rotas personalizadas e o desenvolvimento de uma versão mobile

multiplataforma, visando expandir o alcance e o impacto social da ferramenta. Dessa forma, reafirma-se o compromisso com a construção de uma sociedade mais inclusiva, acessível e tecnologicamente integrada, consolidando o papel da engenharia e da computação como agentes de transformação social.

## REFERÊNCIAS

1. Bastos, P. A. L. S., Silva, M. S., Ribeiro, N. M., Mota, R. S., & Galvão Filho, T. (2023). **Tecnologia assistiva e políticas públicas no Brasil**. Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional, 31, e3401. <https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoAO260434011>
2. FIELDING, R. T. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures**. Doctoral dissertation. University of California, Irvine, 2000.
3. Grubba, L. S., & Pissolatto, L. (2024). **Mobilidade urbana para a inclusão da pessoa com deficiência (PCD)**. Revista De Direito Da Cidade, 15(4), 1937–1960. <https://doi.org/10.12957/rdc.2023.66120>
4. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Classificação e característica dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.
5. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama nacional e internacional da produção de indicadores sociais: grupos populacionais específicos e uso do termo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.
6. MOZILLA DEVELOPER NETWORK (MDN). **O que é JavaScript**. Disponível em: [https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Learn\\_web\\_development/Core/Scripting/What\\_is\\_JavaScript](https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Learn_web_development/Core/Scripting/What_is_JavaScript). Acesso em: out. 2025. 10212
7. Penha, M. C. S. de M., Lima, A. G. da C., Klauch, J. J., Silva, M. A. da, & Martins, P. W. A. (2024). **A INCLUSÃO SOCIAL DOS ALUNOS COM DEFICIÊNCIAS PROMOVIDA PELA TECNOLOGIA ASSISTIVA E COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA**. Revista Ilustração, 5(1), 153–168. <https://doi.org/10.46550/ilustracao.v5i1.259>
8. PIRES LODDI, Vitor; RIBEIRO DE CAMPOS, Ronaldo. **AGILE SCRUM METHODOLOGY FOR SOFTWARE DEVELOPMENT: study from an implementation report**. Revista Interface Tecnológica, Taquaritinga, SP, v. 18, n. 1, p. 28–41, 2021. DOI: 10.31510/infa.v18i1.1085.
9. PLANBOX. **Agile Project Management by Planbox**. 22 May 2012. Ilustração digital. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agile\\_Project\\_Management\\_by\\_Planbox.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agile_Project_Management_by_Planbox.png). Acesso em: out. 2025. Licença: Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 (CC BY-SA 3.0).
10. PORFÍRIO, M. S.; SOUSA, A. M. V. de. **Mobilidade Urbana como Direito de Inclusão das Pessoas com Deficiência**. Revista Jurídica Cesumar – Mestrado, v. 20, n. 2, p. 263–279, 2020. DOI: 10.17765/2176-9184.2020v20n2p263-279
11. RICHARDSON, L.; RUBY, S. **RESTful Web Services**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2007.

12. ROSA, Marcos Roque da. **Aplicativo colaborativo com informações de acessibilidade a serviços e locais turísticos: estudo de caso em Foz do Iguaçu/PR**. 2020. 104 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2020.
13. SANTOS, Djulia dos. **Consigo: proposta de aplicativo para sinalização e apoio à mobilidade acessível**. 2024. 132 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Florianópolis, 2024.
14. SANTOS, Rafaela Cristina Souza dos. **Aplicativo MeGuia: traçando rotas acessíveis no espaço urbano**. 2020.
15. SPRING. **Why Spring?** Spring.io, 2025. Disponível em: <https://spring.io/why-spring>. Acesso em: out. 2025.
16. WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). **Introduction to Web Accessibility**. W3C Web Accessibility Initiative (WAI), 2005. Atualizado em: 7 mar. 2024. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/>. Acesso em: out. 2025.