v7.n11.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

EACESSIBILIDADE: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB COLABORATIVO PARA MAPEAMENTO DAS CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE URBANA

EACESSIBILIDADE: A COLLABORATIVE WEB SYSTEM FOR MAPPING ACCESSIBILITY CONDITIONS IN URBAN SPACES

EACESSIBILIDADE: UN SISTEMA WEB COLABORATIVO PARA EL MAPEO DE LAS CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD EN ESPACIOS URBANOS

Maíra Lopes[1]; Felipe Diniz Dallilo[2]; André Luiz da Silva[3]

e7119403
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i11.9403

PUBLICADO: 11/2026

RESUMO

Pessoas com deficiência e mobilidade reduzida enfrentam barreiras físicas e informacionais que podem dificultar o planejamento de deslocamentos e o acesso a espaços urbanos. Diante da necessidade de ampliar o acesso antecipado a informações sobre as condições de acessibilidade, este trabalho apresenta o desenvolvimento do eAcessibilidade, um sistema *web* colaborativo para mapeamento, consulta e avaliação de estabelecimentos em Araraquara-SP. O objetivo foi desenvolver um sistema de informação capaz de centralizar dados georreferenciados e permitir contribuições colaborativas estruturadas. A pesquisa caracteriza-se como aplicada de desenvolvimento tecnológico, fundamentada em revisão bibliográfica, análise normativa e testes funcionais exploratórios. O protótipo integra mapa interativo, pesquisa e filtros, avaliações com sete critérios em três estados, indicador exploratório de completude e atualização dos registros e síntese textual assistida por inteligência artificial. Foi executado um protocolo com 15 cenários funcionais sobre uma cópia da base de teste, todos aprovados no ambiente de desenvolvimento, abrangendo autenticação, persistência, estados ternários, filtros, geocodificação, tratamento de entradas e indisponibilidade da inteligência artificial. Esses resultados demonstram funcionamento técnico preliminar, sem constituir validação de usabilidade, conformidade integral com as WCAG, qualidade empírica das contribuições ou efetividade junto ao público-alvo.

PALAVRAS-CHAVE: Acessibilidade urbana. Crowdsourcing. Informação Geográfica Voluntária. Inteligência Artificial. Mapeamento colaborativo. Sistemas de Informação.

ABSTRACT

People with disabilities and reduced mobility face physical and informational barriers that may hinder travel planning and access to urban spaces. To improve early access to information about accessibility conditions, this study presents eAcessibilidade, a collaborative web system for mapping, searching, and evaluating establishments in Araraquara, São Paulo, Brazil. The objective was to develop an information system capable of centralizing georeferenced data and enabling structured collaborative contributions. The study is characterized as applied technological-development research, supported by a literature review, normative analysis, and exploratory functional testing. The prototype integrates an interactive map, search and filters, evaluations with seven criteria represented in three states, an exploratory indicator of record completeness and updating, and AI-assisted textual synthesis. A protocol with 15 functional scenarios was executed on a copy of the test database, and all scenarios passed in the development environment, covering authentication, persistence, ternary states, filters, geocoding, input handling, and AI-service unavailability. These results demonstrate preliminary technical operation but do

[1] Universidade de Araraquara, Graduanda em Sistemas de Informação.
[2] Universidade de São Paulo, Doutor em Engenharia de Software.
[3] Universidade Estadual Paulista, Doutor e Mestre em Educação Escolar.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

not constitute validation of usability, full WCAG conformance, empirical quality of collaborative contributions, or effectiveness with the target audience.

KEYWORDS: *Artificial Intelligence. Collaborative mapping. Crowdsourcing. Information Systems. Urban accessibility. Volunteered Geographic Information.*

RESUMEN

Las personas con discapacidad y movilidad reducida enfrentan barreras físicas e informativas que pueden dificultar la planificación de los desplazamientos y el acceso a espacios urbanos. Ante la necesidad de ampliar el acceso anticipado a información sobre las condiciones de accesibilidad, este trabajo presenta eAcessibilidade, un sistema web colaborativo para el mapeo, la consulta y la evaluación de establecimientos en Araraquara-SP. El objetivo fue desarrollar un sistema de información capaz de centralizar datos georreferenciados y permitir contribuciones colaborativas estructuradas. La investigación se caracteriza como aplicada de desarrollo tecnológico, fundamentada en revisión bibliográfica, análisis normativo y pruebas funcionales exploratorias. El prototipo integra mapa interactivo, búsqueda y filtros, evaluaciones con siete criterios representados en tres estados, un indicador exploratorio de completitud y actualización de los registros y síntesis textual asistida por inteligencia artificial. Se ejecutó un protocolo con 15 escenarios funcionales sobre una copia de la base de prueba; todos fueron aprobados en el entorno de desarrollo, incluyendo autenticación, persistencia, estados ternarios, filtros, geocodificación, tratamiento de entradas e indisponibilidad del servicio de inteligencia artificial. Estos resultados demuestran un funcionamiento técnico preliminar, sin constituir validación de usabilidad, conformidad integral con las WCAG, calidad empírica de las contribuciones o efectividad con el público objetivo.

PALABRAS CLAVE: *Accesibilidad urbana. Crowdsourcing. Información Geográfica Voluntaria. Inteligencia Artificial. Mapeo colaborativo. Sistemas de Información.*

INTRODUÇÃO

A acessibilidade constitui um elemento importante para a autonomia, a mobilidade e a participação social das pessoas com deficiência e mobilidade reduzida. No cotidiano urbano, atividades como frequentar estabelecimentos comerciais, acessar serviços ou deslocar-se pela cidade podem tornar-se mais complexas quando os espaços não dispõem de infraestrutura adequada ou quando não existem informações claras sobre suas condições de acesso. Nesse contexto, conhecer previamente a existência de recursos como rampas, sanitários adaptados, elevadores, vagas reservadas ou sinalização acessível pode auxiliar no planejamento dos deslocamentos.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), o Brasil possui aproximadamente 14,4 milhões de pessoas com deficiência, correspondendo a cerca de 7,3% da população com dois anos ou mais de idade. Esses dados evidenciam a relevância da acessibilidade como uma questão que envolve não apenas as condições físicas dos espaços, mas também o acesso a informações que permitam aos cidadãos conhecer antecipadamente as características dos ambientes que pretendem frequentar.

No Brasil, a acessibilidade é respaldada por marcos legais como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015), que estabelece condições

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

para assegurar o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais das pessoas com deficiência. A legislação contempla a eliminação de barreiras físicas e também o acesso à informação, à comunicação e às tecnologias, evidenciando que a inclusão envolve tanto o ambiente urbano quanto os sistemas e serviços digitais utilizados pela sociedade.

Apesar desses avanços, a disponibilidade de informações específicas sobre acessibilidade ainda representa um desafio para sistemas destinados ao apoio à mobilidade urbana. Mascetti *et al.* (2020) destacam que características como rampas, degraus e outros obstáculos relevantes para pessoas com mobilidade reduzida podem não estar disponíveis em mapas convencionais e podem sofrer alterações ao longo do tempo. Nesse cenário, mecanismos colaborativos de coleta de dados apresentam potencial para complementar informações cartográficas existentes e possibilitar sua atualização pela própria comunidade.

A utilização de Informação Geográfica Voluntária (*Volunteered Geographic Information* - VGI) constitui uma das abordagens possíveis para esse tipo de sistema, uma vez que permite associar contribuições dos usuários a posições geográficas específicas. Parker, May e Mitchell (2014), em estudo realizado com 101 usuários de cadeira de rodas, investigaram a utilização de informações geográficas voluntárias em mapas interativos e observaram influência positiva dessas informações na percepção de atualização dos dados apresentados. Esses resultados reforçam a aplicação de mecanismos colaborativos em sistemas que dependem de informações urbanas sujeitas a alterações e diferentes experiências de uso.

Sob a perspectiva de Sistemas de Informação, esse contexto envolve o desafio de coletar, estruturar, armazenar, processar e disponibilizar dados sobre acessibilidade de maneira georreferenciada e compreensível aos usuários. Além da localização dos estabelecimentos, uma aplicação desse tipo precisa representar diferentes critérios de acessibilidade, lidar com informações ainda não verificadas, permitir atualizações colaborativas e disponibilizar mecanismos que facilitem a recuperação e a interpretação dos registros existentes.

A lacuna tecnológica considerada neste estudo não decorre da ausência de plataformas colaborativas ou de recursos de geolocalização. Soluções anteriores já registram acessibilidade de pontos de interesse, barreiras ou características urbanas, enquanto pesquisas recentes utilizam avaliações *on-line* e modelos de linguagem para analisar percepções de acessibilidade (Mobasheri; Deister; Dieterich, 2017; Comai *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2025). O problema específico investigado foi como articular, em um protótipo de escopo municipal, contribuições georreferenciadas, respostas estruturadas

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

com estado “Não verificado”, contextualização da completude e atualização dos registros e síntese textual complementar, preservando os relatos originais.

A contribuição deste estudo consiste na especificação e implementação dessa prova de conceito técnico. O eAcessibilidade não se propõe a certificar a conformidade integral de estabelecimentos, substituir inspeções técnicas ou calcular rotas acessíveis; sua finalidade é organizar informações colaborativas sobre condições observadas em locais. A validade dos critérios, a qualidade das contribuições e a experiência de uso permanecem dependentes de avaliação empírica.

A partir dessa problemática, estabeleceu-se a seguinte questão de pesquisa: como estruturar uma aplicação *web* colaborativa capaz de coletar, armazenar, georreferenciar e organizar informações sobre acessibilidade urbana, utilizando recursos de mapeamento interativo e inteligência artificial como apoio à consulta?

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho foi desenvolver o eAcessibilidade, um sistema *web* colaborativo destinado à coleta, ao armazenamento, ao mapeamento, à consulta e à avaliação de informações sobre características de acessibilidade de estabelecimentos no município de Araraquara-SP.

Como objetivos específicos, buscou-se modelar os requisitos e a arquitetura da aplicação; estruturar persistência e autenticação; implementar mapeamento, geocodificação, pesquisa, filtros e avaliações colaborativas; criar um mecanismo exploratório para contextualizar a completude e a atualização dos registros; integrar síntese textual assistida por inteligência artificial; e verificar os principais fluxos funcionais do protótipo.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os fundamentos conceituais e técnicos que sustentam o desenvolvimento do eAcessibilidade. Inicialmente, são abordados aspectos relacionados ao domínio da aplicação, incluindo acessibilidade urbana, produção colaborativa de informações e Informação Geográfica Voluntária. Em seguida, são apresentados fundamentos relacionados à Engenharia de *Software*, modelagem UML, arquitetura de *software*, desenvolvimento de aplicações *web*, gestão de dados, geolocalização, acessibilidade digital e inteligência artificial, relacionando esses conceitos às decisões adotadas na implementação do sistema.

1.1. Acessibilidade urbana e desenho universal

A acessibilidade está relacionada à possibilidade de utilização de espaços, produtos e serviços por pessoas com diferentes características e necessidades. Nesse

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

contexto, o conceito de Desenho Universal propõe que ambientes sejam concebidos considerando a diversidade de seus usuários, permitindo utilização equitativa, segura e autônoma. Cambiaghi (2007) destaca que essa abordagem não deve ser compreendida apenas como uma adaptação destinada exclusivamente às pessoas com deficiência, mas como um princípio de projeto capaz de beneficiar diferentes indivíduos ao longo de suas vidas.

No contexto urbano brasileiro, Ornstein, Prado e Lopes (2010) apontam que muitas cidades foram historicamente desenvolvidas sem considerar plenamente a diversidade humana, contribuindo para a permanência de barreiras arquitetônicas e de circulação. Além das condições físicas existentes nos espaços, a disponibilidade de informações sobre suas características também pode auxiliar os indivíduos a conhecer antecipadamente determinadas condições e planejar seus deslocamentos.

1.2. *Crowdsourcing* e colaboração

Crowdsourcing corresponde à obtenção de contribuições distribuídas de um conjunto de participantes por meio de uma plataforma ou processo colaborativo. No domínio da acessibilidade urbana, esse mecanismo pode ser utilizado para coletar avaliações, relatos e observações que se modificam ao longo do tempo. Quando a contribuição está explicitamente associada a uma posição geográfica, ela se aproxima do conceito de Informação Geográfica Voluntária (VGI); portanto, *crowdsourcing* descreve o mecanismo mais amplo de participação, enquanto VGI destaca a dimensão georreferenciada da informação (Mobasheri; Deister; Dieterich, 2017; Degrossi *et al.*, 2018).

A participação aberta também introduz riscos de qualidade. Contribuições podem ser imprecisas, desatualizadas ou contraditórias, especialmente quando não existe uma fonte oficial de referência. Goodchild e Li (2012) e Degrossi *et al.* (2018) mostram que a qualidade de informações geográficas voluntárias pode exigir mecanismos de avaliação social, geográfica, temporal ou baseada na própria comunidade. No eAcessibilidade, essas limitações são relevantes porque os relatos podem influenciar decisões de deslocamento; por isso, o protótipo preserva avaliações individuais e diferencia “Não verificado” de “Não”, mas ainda não implementa reputação de colaboradores, consenso automático ou validação externa.

1.3. Informação geográfica voluntária e mapeamento colaborativo

Quando as contribuições produzidas pelos usuários estão associadas a uma localização espacial, essa abordagem aproxima-se do conceito de Informação Geográfica Voluntária (*Volunteered Geographic Information* - VGI). Machado e Camboim (2019) destacam o potencial

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

do mapeamento colaborativo como fonte complementar de dados relacionados ao espaço urbano, principalmente em situações que demandam atualização das informações geográficas. O estudo também apresenta o OpenStreetMap como exemplo de plataforma colaborativa para produção de dados geoespaciais abertos.

No contexto da acessibilidade, Rosa (2020) apresenta uma aplicação colaborativa destinada à disponibilização de informações sobre acessibilidade de serviços e locais turísticos. O trabalho envolveu levantamento de requisitos, desenvolvimento do sistema e estruturação de diferentes itens de acessibilidade, demonstrando a aplicação de mecanismos colaborativos nesse domínio.

Em sistemas colaborativos, atualização temporal e divergência entre relatos precisam ser tratadas separadamente da existência do dado. Uma contribuição recente pode contradizer uma antiga, e múltiplos registros não garantem, por si só, veracidade. Assim, a quantidade de contribuições deve ser interpretada em conjunto com completude, recência e mecanismos de controle de qualidade, sem transformar esses sinais em certificação da condição física do local (Goodchild; Li, 2012; Degrossi *et al.*, 2018).

A comparação com trabalhos e plataformas relacionados ajuda a delimitar a contribuição e o alcance do eAcessibilidade. O Quadro 1 sintetiza diferenças de foco, participação, controle de qualidade, uso de inteligência artificial e avaliação empírica.

Quadro 1. Comparação entre trabalhos e soluções relacionadas

Solução/estudo	**Foco/escala**	**Participação**	**Qualidade/atualização**	**IA/avaliação**
Wheelmap (Mobasheri; Deister; Dieterich, 2017)	Pontos de interesse em escala ampla; foco em acesso por cadeira de rodas.	Classificação colaborativa de locais sobre dados OSM.	Edição comunitária; não substitui inspeção normativa.	Sem IA generativa; plataforma operacional analisada.
SmartWheels (Mascetti *et al.*, 2020)	Características urbanas relevantes à navegação em cadeira de rodas.	Detecção/coleta de rampas e obstáculos.	Ênfase na detecção de características urbanas.	Avaliação técnica; foco mais próximo de navegação/rota.
MEP Crowd (Comai *et al.*, 2019)	Barreiras e pontos de interesse com imagens e relatos.	Usuários reportam e outros validam respostas/imagens.	Múltiplas validações, descarte/mescla e confiabilidade de participantes.	Sem LLM; mais de 3.500 relatos analisados.
Li *et al.* (2025)	Percepções de acessibilidade em POIs nos Estados Unidos.	Avaliações *on-line* existentes como fonte *crowdsourced*.	Análise em larga escala; não é app de cadastro criado para o estudo.	LLM para análise de aspectos/sentimento; mais de 1 milhão de avaliações.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Solução/estudo	Foco/escala	Participação	Qualidade/atualização	IA/avaliação
Rosa (2020)	Serviços e locais turísticos em Foz do Iguaçu/PR.	Aplicação colaborativa com itens de acessibilidade.	Estrutura informações por itens.	Sem síntese generativa descrita; desenvolvimento de sistema.
eAcessibilidade	Estabelecimentos de Araraquara-SP; prova de conceito municipal.	Nota, comentário e 7 critérios em Sim/Não/Não verificado.	Preserva registros; indicador exploratório; sem consenso/reputação.	Gemini apenas para síntese; 15 testes funcionais; sem usuários reais.

Fonte: Autoria própria, 2026.

A comparação evidencia que a contribuição específica do eAcessibilidade está no arranjo utilizado para representar avaliações de estabelecimentos: estado “Não verificado”, histórico de contribuições estruturadas, contextualização exploratória da disponibilidade informacional e síntese textual que não substitui os relatos. Em contrapartida, o protótipo não implementa validação comunitária comparável à do MEP Crowd, não calcula rotas acessíveis e ainda não possui avaliação empírica com usuários.

1.4. Engenharia de *software* e modelagem UML

O desenvolvimento de um sistema de informação envolve atividades que vão além da implementação do código-fonte, incluindo identificação das necessidades, definição dos requisitos, modelagem, projeto, implementação e avaliação do *software*. Sommerville (2016) apresenta a Engenharia de Requisitos como uma atividade fundamental da Engenharia de *Software*, relacionada à identificação dos serviços esperados de um sistema e das restrições associadas ao seu funcionamento.

A modelagem auxilia na representação das funcionalidades e das interações existentes em um sistema. Entre as linguagens utilizadas para essa finalidade encontra-se a *Unified Modeling Language* (UML), especificada pelo Object Management Group como uma linguagem padronizada para modelagem de sistemas de *software* (Object Management Group, 2017). Entre suas representações estão os Diagramas de Casos de Uso, empregados para demonstrar as funcionalidades oferecidas pelo sistema e as interações existentes com seus atores.

1.5. Arquitetura de *software* e desenvolvimento de aplicações web

A arquitetura de *software* define a organização dos elementos que compõem uma solução e as relações existentes entre eles. Bass, Clements e Kazman (2021) destacam que a arquitetura permite representar estruturas e responsabilidades do sistema, além de apoiar decisões relacionadas à comunicação entre componentes e à evolução da aplicação. Essa perspectiva é utilizada no eAcessibilidade para separar a interface executada no navegador, o

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

processamento realizado pela aplicação, a persistência dos dados e a comunicação com serviços externos.

No eAcessibilidade, Python sustenta a camada de aplicação e o Flask organiza rotas HTTP, sessões de autenticação, validações e regras de negócio, separando o processamento no servidor da interface e da camada de persistência (Python *Software* Foundation, 2024; Pallets Projects, 2026).

1.6. Gestão de dados

A representação conceitual dos dados pode ser realizada por meio do modelo Entidade-Relacionamento, proposto por Chen (1976), no qual entidades, atributos e relacionamentos são utilizados para representar aspectos do domínio antes de sua implementação no banco de dados. Essa modelagem fornece uma representação visual das estruturas e de suas associações e serve como apoio ao projeto do banco de dados.

No eAcessibilidade, a persistência utiliza SQLite, com os dados estruturados principalmente pelas entidades USUARIO, LOCAL e AVALIACAO. Essa organização permite manter diferentes avaliações de um estabelecimento associadas aos respectivos colaboradores. O SQLAlchemy realiza o mapeamento objeto-relacional entre as classes da aplicação e as estruturas persistidas, permitindo operações de inclusão, consulta e atualização dos dados (SQLite, 2025; SQLAlchemy, 2026).

1.7. Geolocalização e mapas interativos

No eAcessibilidade, a interface cartográfica foi implementada utilizando Leaflet, biblioteca JavaScript de código aberto voltada à construção de mapas interativos. A biblioteca disponibiliza recursos para marcadores, eventos e interação com o mapa (Leaflet, 2023).

Os dados cartográficos utilizados na aplicação são provenientes do OpenStreetMap. Haklay e Weber (2008) descrevem o OpenStreetMap como um projeto baseado na produção colaborativa de informações geográficas, permitindo que diferentes usuários contribuam para a construção de uma base cartográfica aberta. No eAcessibilidade, esses dados constituem a base visual sobre a qual os estabelecimentos são representados.

Além da visualização cartográfica, a aplicação necessita estabelecer correspondência entre endereços textuais e coordenadas geográficas. A geocodificação direta permite converter uma descrição ou endereço em uma localização geográfica, enquanto a geocodificação reversa realiza o processo contrário, recuperando informações textuais relacionadas a determinada latitude e longitude.

Essas operações são realizadas por meio do Nominatim, ferramenta que possibilita pesquisar dados do OpenStreetMap por nome ou endereço e também produzir endereços a partir de coordenadas geográficas (Nominatim, 2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

1.8. Acessibilidade digital

As *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) reúnem recomendações destinadas a tornar conteúdos e aplicações *web* acessíveis a um número maior de pessoas com diferentes deficiências. As diretrizes abrangem aspectos relacionados à percepção das informações, operação dos componentes da interface, compreensão do conteúdo e compatibilidade com diferentes tecnologias de acesso (W3C, 2025).

No desenvolvimento do eAcessibilidade foram consideradas práticas relacionadas à organização semântica do conteúdo, navegação por teclado, indicação visual de foco, utilização de atributos ARIA, apresentação de mensagens dinâmicas por meio de regiões *aria-live*, responsividade e tratamento da preferência do usuário por redução de movimentos. A presença desses mecanismos representa a adoção de práticas de acessibilidade durante o desenvolvimento da interface, não correspondendo, entretanto, a uma certificação formal de conformidade integral com as WCAG.

Como o mapa é um componente visual e interativo, a consulta não foi concebida para depender exclusivamente da seleção cartográfica: os estabelecimentos filtrados também são apresentados em uma lista textual acionável. Ainda assim, não foram executados ensaios formais de conformidade *WCAG*, testes com leitores de tela ou avaliação participativa com pessoas com deficiência. A verificação do fluxo alternativo em lista, do contraste, da navegação por teclado, da identificação dos campos e das mensagens de erro permanece necessária antes de qualquer afirmação de conformidade.

1.9. Inteligência artificial e síntese textual

Para apoiar a consulta às avaliações registradas, o eAcessibilidade integra a API Google Gemini. A documentação disponibilizada pelo Google apresenta a API *Interactions* como um dos mecanismos de interação com os modelos Gemini, permitindo o envio de conteúdos de entrada e a obtenção das respostas produzidas pelo modelo (Google, 2026). Na implementação desenvolvida, essa comunicação é realizada por meio do método interactions.create(), posteriormente detalhado na seção de Desenvolvimento.

Na aplicação desenvolvida, os comentários associados a determinado estabelecimento são utilizados como entrada para geração de uma síntese textual dos aspectos relatados pelos colaboradores. Esse recurso não modifica nem substitui os registros armazenados no sistema. Os comentários originais permanecem disponíveis para consulta e constituem a fonte principal da informação apresentada ao usuário.

O uso de modelos de linguagem sobre relatos colaborativos exige cautela adicional. Li *et al.* (2025) demonstram a possibilidade de combinar avaliações *on-line* e *LLMs* para investigar percepções de acessibilidade em larga escala; no eAcessibilidade, entretanto, a IA possui

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

escopo mais restrito e apenas sintetiza comentários de um estabelecimento. A qualidade desse resumo depende da fidelidade ao conteúdo de origem, da preservação de divergências e da ausência de inferências não sustentadas, aspectos que exigem avaliação específica antes de uso público.

2. METODOLOGIA

2.1. Classificação e organização do estudo

A pesquisa caracteriza-se como aplicada de desenvolvimento tecnológico, com abordagem predominantemente qualitativa na especificação do artefato e quantitativa apenas na verificação dos cenários funcionais executados. Foram utilizados revisão bibliográfica, análise normativa e desenvolvimento de *software*. Para tornar as decisões metodológicas rastreáveis, o relato foi organizado de forma aproximada às etapas da *Design Science Research Methodology* (DSRM) de Peffers *et al.* (2007): identificação do problema, objetivos da solução, desenho e desenvolvimento, demonstração, avaliação e comunicação. Essa aproximação é utilizada como estrutura de descrição; não se afirma a conclusão integral da DSRM, pois não houve avaliação com usuários reais nem validação operacional do sistema.

2.2. Fontes, seleção e priorização dos requisitos

Os requisitos do protótipo foram derivados exclusivamente da revisão bibliográfica, da Lei Brasileira de Inclusão, da ABNT NBR 9050:2020, das diretrizes WCAG e de decisões técnicas de desenvolvimento relacionadas ao objetivo do estudo. Não houve entrevistas, grupos focais, consulta a organizações representativas, especialistas externos ou potenciais usuários durante a elicitação. A priorização foi funcional e incremental: primeiro foram selecionados os fluxos essenciais para consulta e colaboração (visualização/pesquisa, autenticação, cadastro de local e avaliação) e, em seguida, filtros, contextualização das informações e síntese textual.

A ausência de participação do público-alvo na definição dos requisitos constitui limitação metodológica. Normas e literatura oferecem referências técnicas, mas não substituem a diversidade de experiências de pessoas com deficiências físicas, visuais, auditivas, cognitivas ou com mobilidade reduzida. Por esse motivo, a avaliação participativa é tratada como etapa posterior necessária antes de inferir adequação de uso.

Araraquara-SP foi adotada como recorte geográfico por uma decisão de delimitação técnica e operacional do protótipo. A restrição a um município permitiu limitar a área das consultas de geocodificação, os registros de teste e a apresentação cartográfica, sem pressupor que as mesmas condições de uso ou qualidade de dados se reproduzam em outros municípios.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.3. Desenho, implementação e ambiente de execução

O artefato foi estruturado em arquitetura *web cliente-servidor*. Na camada de servidor foram utilizados Python 3.11.9, *Flask* 3.1.3, *Flask-SQLAlchemy* 3.1.1, *SQLAlchemy* 2.0.47 e *Werkzeug* 3.1.8; a integração com Gemini utilizou *google-genai* 2.17.0. Na interface foram utilizados HTML, CSS, JavaScript, *Bootstrap* 5.3.3 e *Leaflet* 1.9.4. A persistência foi realizada em *SQLite*, e *Nominatim*/*OpenStreetMap* apoiaram os fluxos cartográficos. A execução local ocorreu pelo servidor de desenvolvimento *Flask*, com acesso em 127.0.0.1:5000.

A base empregada para a verificação funcional continha, antes da execução do protocolo de testes, 3 usuários, 6 locais e 8 avaliações inseridos para fins de teste. Esses registros não foram coletados como amostra da cidade e não devem ser utilizados para inferir prevalência de recursos de acessibilidade. O desenvolvimento seguiu modelagem de requisitos, definição da arquitetura, modelagem relacional, implementação dos fluxos, integração dos serviços externos e demonstração local.

2.4. Demonstração e testes funcionais exploratórios

Para aumentar a rastreabilidade da verificação funcional, foi executado um protocolo exploratório sobre uma cópia da base de teste. Os cenários correspondem aos fluxos principais do protótipo e a pontos técnicos críticos da implementação. No *back-end* foi utilizado o cliente de testes do *Flask*; para filtros e geocodificação no *JavaScript* foram usados dados controlados e respostas simuladas de serviço externo, evitando que a rede interferisse no resultado. O critério de aprovação foi a correspondência entre o comportamento esperado e o observado.

Quadro 2. Matriz de testes funcionais exploratórios executados

ID	Cenário	Esperado	Observado
T01	Página inicial	HTTP 200	HTTP 200 – aprovado
T02	Lista de locais	Retornar base inicial	6 locais – aprovado
T03	Contribuição sem login	Bloquear acesso	Redirecionou ao login – aprovado
T04	Cadastro/hasheamento	Criar usuário sem senha em texto puro	Hash validado – aprovado
T05	Login inválido	Não autenticar	Permaneceu no login – aprovado
T06	Login válido	Criar sessão	Acesso liberado – aprovado
T07	Avaliação ternária	Persistir Sim/Não/Não verificado	True/False/NULL – aprovado
T08	Nota inválida	Rejeitar fora de 1–5	Nenhum registro criado – aprovado
T09	Coordenadas normalizadas	Reusar mesmo ponto	Mesmo local reutilizado – aprovado
T10	Indicador informacional	Retornar 0–100 e nível	71/Média no cenário – aprovado

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ID	Cenário	Esperado	Observado
T11	IA indisponível	Usar fallback local	Trechos originais exibidos – aprovado
T12	Comentário extenso	Limitar a 2.000 caracteres	2.000 armazenados – aprovado
T13	Filtros	Combinar categoria/nota/recurso	Apenas compatível – aprovado
T14	Nominatim reverso indisponível	Preservar coordenadas	Lat/lng preservadas – aprovado
T15	Busca/geocodificação direta	Selecionar sugestão delimitada a Araraquara	Coordenadas repassadas – aprovado

Fonte: Autoria própria, 2026.

Os 15 cenários foram aprovados no ambiente descrito. O protocolo verifica comportamentos funcionais selecionados, mas não mede desempenho sob carga, escalabilidade, segurança ofensiva, usabilidade, conformidade integral com as WCAG, fidelidade semântica das sínteses do Gemini ou efetividade junto ao público-alvo. A aprovação dos casos não deve ser interpretada como validação para operação pública.

2.5. Limitações da avaliação

Não foram realizados testes sistemáticos com pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, inspeção por especialista em acessibilidade, avaliação com leitor de tela, ensaio de conformidade WCAG, teste de penetração, teste de carga ou avaliação semântica controlada das respostas do modelo generativo. Também não houve experimento de campo para estimar a precisão das contribuições colaborativas. Essas lacunas delimitam o estudo como prova de conceito técnico e orientam etapas futuras de avaliação participativa e operacional.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A solução integrou interface web responsiva, regras de negócio no servidor, persistência relacional, visualização cartográfica, geocodificação e comunicação com serviço externo de inteligência artificial, além de regras específicas para o registro e a contextualização das avaliações colaborativas.

3.1. Requisitos

Entre os requisitos funcionais definidos para a aplicação estão a visualização dos estabelecimentos em mapa interativo, a pesquisa de locais por nome ou endereço, a aplicação de filtros por categoria, nota mínima e características de acessibilidade e a consulta das informações e avaliações associadas a cada estabelecimento. Também foram definidos como requisitos funcionais o cadastro e a autenticação de colaboradores, o registro de novos locais

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

georreferenciados e o envio de avaliações contendo nota geral, comentário e informações referentes aos critérios de acessibilidade observados.

A definição dos sete critérios de acessibilidade utilizados nas avaliações foi fundamentada em elementos recorrentes do marco normativo brasileiro de acessibilidade, especialmente na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) e nos parâmetros técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 9050:2020. Essas referências tratam, entre outros aspectos, de condições relacionadas a rotas e rampas acessíveis, sanitários acessíveis, dimensões adequadas de portas e áreas de circulação, sinalização tátil, circulação vertical acessível, vagas reservadas de estacionamento e recursos de sinalização para pessoas com deficiência visual (Brasil, 2015; ABNT, 2020). A partir desses elementos, foram selecionados para o protótipo os critérios rampa de acesso, banheiro adaptado, portas largas, piso tátil, elevador ou plataforma, estacionamento reservado e sinalização em braile. Esses critérios foram adotados como características observáveis para a avaliação colaborativa e não constituem uma lista exaustiva das exigências legais, uma vez que a aplicação de cada requisito depende das características, do uso e da tipologia da edificação. No protótipo, as respostas registram presença percebida ou ausência percebida do recurso e não substituem medição técnica de conformidade.

Quadro 3. Orientação operacional dos critérios observáveis

Critério	Orientação ao colaborador	Limite da interpretação
Rampa de acesso	"Sim" quando houver rampa/solução visível no acesso observado; "Não" quando o acesso observado depender de degrau/escada; "Não verificado" se não for possível confirmar.	Não mede inclinação, largura, patamares, corrimãos ou piso.
Banheiro adaptado	Registrar a identificação/observação de sanitário destinado ou adaptado à acessibilidade.	Não verifica dimensões, barras, áreas de transferência ou alcance.
Portas largas	Registrar a percepção de passagem adequada a cadeira de rodas ou auxílio de mobilidade.	Não corresponde à medição da largura livre exigida pela norma.
Piso tátil	Registrar presença percebida de piso/sinalização tátil na área observada.	Não avalia continuidade, contraste, instalação ou percurso completo.
Elevador/plataforma	Registrar presença de equipamento de circulação vertical acessível quando aplicável.	Não avalia dimensões, comandos, sinalização ou conformidade do equipamento.
Estacionamento reservado	Registrar presença percebida de vaga sinalizada/reservada para pessoa com deficiência.	Não verifica dimensionamento, faixa adicional, rota acessível ou quantidade legal.
Sinalização em braile	Registrar presença percebida de informação em braile nos elementos observados.	Não verifica abrangência, posicionamento ou conformidade integral da sinalização.

Fonte: Autoria própria, 2026.

Para o registro das características de acessibilidade, cada critério pode assumir as condições "Sim", "Não" ou "Não verificado", permitindo diferenciar a inexistência de determinado recurso da impossibilidade de confirmá-lo. Também foram definidos como requisitos o cálculo de um indicador heurístico de confiança das informações disponíveis e a geração de uma síntese textual dos comentários com apoio de inteligência artificial.

A nota geral de uma a cinco estrelas representa a percepção global do colaborador sobre sua experiência de acesso ao estabelecimento e não uma pontuação de conformidade técnica.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Os sete critérios estruturados devem ser consultados separadamente para identificar quais recursos foram percebidos, negados ou não verificados.

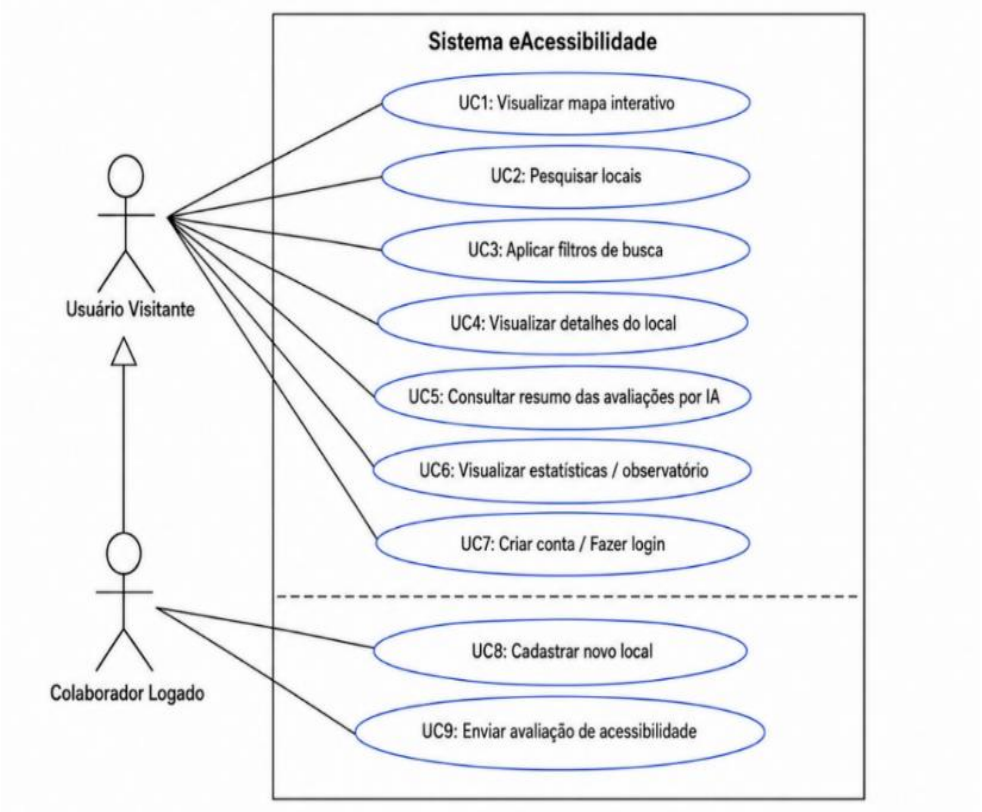
Como requisitos não funcionais, foram consideradas a responsividade da interface para diferentes dimensões de tela, a adoção de práticas de acessibilidade digital, a proteção das senhas dos colaboradores por meio de *hashing* e a manutenção das funcionalidades principais da aplicação mesmo em situações de indisponibilidade do serviço externo de inteligência artificial.

A partir desses requisitos, foram modeladas as principais interações entre os usuários e o sistema, apresentadas no Diagrama de Casos de Uso da seção seguinte.

3.1.1. Casos de uso

A partir dos requisitos definidos, as principais interações entre os usuários e o eAcessibilidade foram representadas por meio de um Diagrama de Casos de Uso. Esse tipo de representação integra a UML e permite modelar as funcionalidades disponibilizadas por um sistema e sua relação com os respectivos atores (Object Management Group, 2017). A Figura 1 apresenta o Diagrama de Casos de Uso elaborado para o eAcessibilidade.

Figura 1. Diagrama de Casos de Uso do sistema eAcessibilidade.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

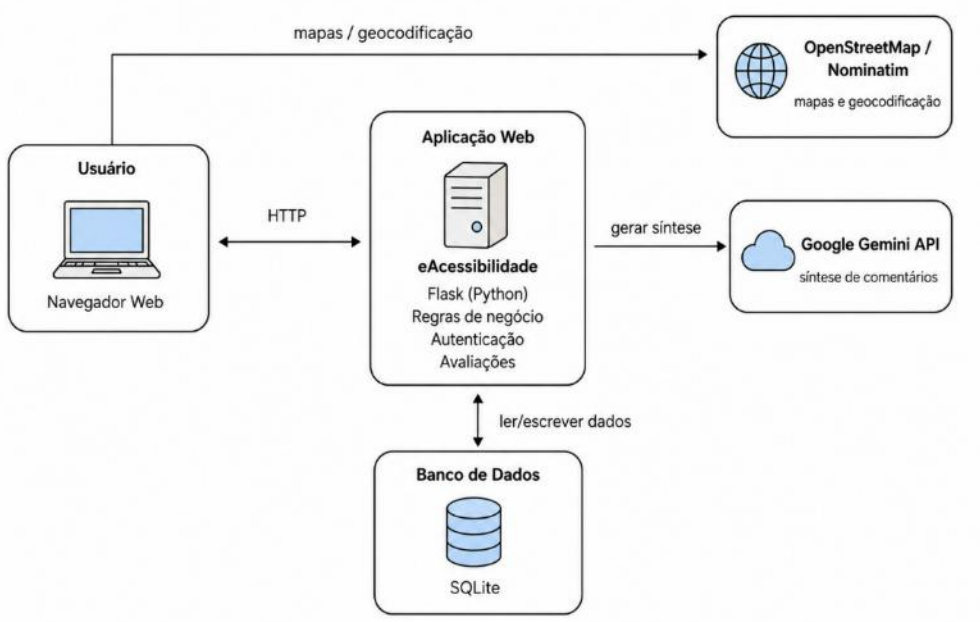
O Usuário Visitante representa o indivíduo que acessa a plataforma sem autenticação. Entre as funcionalidades disponíveis estão a visualização do mapa interativo, pesquisa de estabelecimentos, aplicação de filtros de busca, consulta aos detalhes e avaliações de um local e visualização da síntese dos comentários produzida com apoio de inteligência artificial. O visitante também pode realizar o cadastro ou autenticação para utilizar as funcionalidades colaborativas.

3.2. Arquitetura do sistema

O eAcessibilidade foi desenvolvido segundo uma arquitetura *web* cliente-servidor. A organização adotada busca separar as responsabilidades relacionadas à apresentação das informações, processamento das regras de negócio, persistência dos dados e comunicação com serviços externos.

A Figura 2 apresenta a arquitetura geral da aplicação e as principais comunicações existentes entre seus componentes.

Figura 2. Arquitetura do sistema eAcessibilidade.



Fonte: Autoria própria, 2026.

A comunicação entre o navegador e a aplicação é realizada por meio de requisições HTTP. No servidor, o *framework* Flask é responsável pelo processamento das rotas, gerenciamento das sessões de autenticação, validação dos dados enviados pela interface e execução das regras de negócio do sistema.

O acesso à camada de persistência é intermediado pelo SQLAlchemy, utilizado para mapear os modelos definidos na aplicação para as estruturas armazenadas no banco SQLite.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

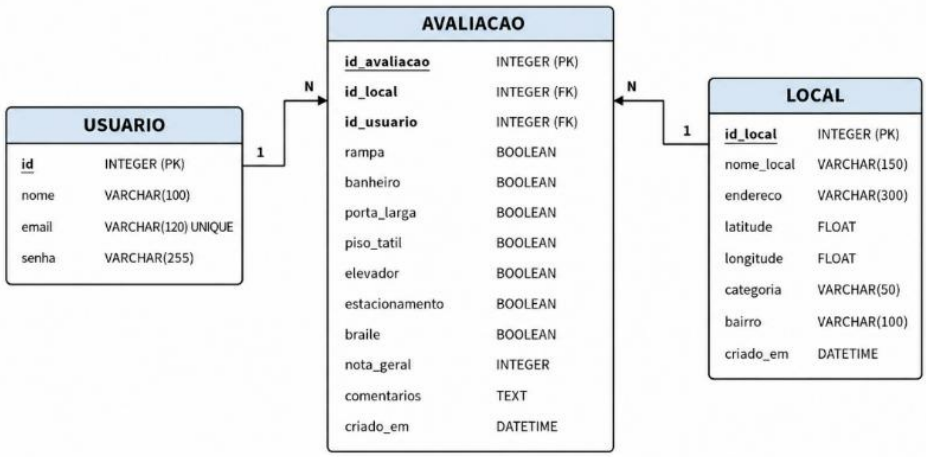
Dessa forma, as operações de inclusão, consulta e atualização dos dados podem ser realizadas a partir dos objetos empregados pela aplicação.

3.2.1. Modelagem e persistência de dados

A estrutura de persistência do eAcessibilidade foi implementada utilizando um banco de dados relacional SQLite, com SQLAlchemy realizando o mapeamento objeto-relacional entre os modelos utilizados pela aplicação e as tabelas do banco.

O modelo de dados é composto por três entidades principais: USUARIO, LOCAL e AVALIACAO. A representação Entidade-Relacionamento permite demonstrar graficamente as entidades, seus atributos e os relacionamentos existentes entre elas (Chen, 1976; Elmasri; Navathe, 2016). A Figura 3 apresenta o Diagrama Entidade-Relacionamento elaborado a partir da estrutura utilizada pelo eAcessibilidade.

Figura 3. Diagrama Entidade-Relacionamento do eAcessibilidade.



Fonte: Autoria própria, 2026.

A entidade AVALIACAO estabelece a associação entre um usuário e um local. Para isso, possui chaves estrangeiras referentes ao colaborador responsável pela contribuição e ao estabelecimento avaliado. Também são armazenados a nota geral, o comentário textual e as respostas referentes aos sete critérios considerados pela aplicação: rampa de acesso, banheiro adaptado, portas largas, piso tátil, elevador ou plataforma, estacionamento reservado e sinalização em braile.

Os relacionamentos entre as entidades possuem cardinalidade um para muitos (1:N). Um usuário pode realizar diversas avaliações, enquanto cada avaliação pertence a um único usuário. Da mesma forma, um local pode receber diferentes avaliações ao longo do tempo, mas cada avaliação está vinculada a apenas um estabelecimento.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A decisão de armazenar os critérios de acessibilidade na entidade AVALIACAO, e não diretamente na entidade LOCAL, permite que diferentes colaboradores registrem suas observações sobre um mesmo estabelecimento sem substituir registros anteriores. Dessa forma, as condições apresentadas pelo sistema são construídas a partir das avaliações associadas ao local e podem ser atualizadas conforme novas contribuições sejam realizadas.

Para cada um dos sete critérios foram definidas três possibilidades de resposta: “Sim”, quando o recurso foi identificado; “Não”, quando o colaborador verificou sua inexistência; e “Não verificado”, quando não foi possível confirmar a condição durante a avaliação. Essa distinção evita que a ausência de conhecimento sobre determinada característica seja automaticamente interpretada como inexistência do recurso.

Na implementação, os sete atributos são definidos no *SQLAlchemy* como campos *Boolean* com *nullable=True*. O formulário é convertido pela função de tratamento ternário: “Sim” corresponde a *True*, “Não” a *False* e “Não verificado” a *None*. No *SQLite*, essa distinção é persistida como 1, 0 e *NULL*, respectivamente. Na recuperação, a aplicação volta a separar explicitamente os três estados, evitando interpretar *NULL* como resposta negativa.

3.3. Implementação das funcionalidades

Além de descrever o funcionamento geral da aplicação, esta seção apresenta trechos selecionados do código-fonte. Foram escolhidos componentes que representam diferentes aspectos da implementação: uma regra de negócio processada pelo *back-end*, a integração do mapa com um serviço de geocodificação e a comunicação da aplicação com um serviço externo de inteligência artificial.

Durante o desenvolvimento e a revisão do código-fonte, também foi utilizado o *ChatGPT*, da OpenAI, como ferramenta de apoio à programação. As sugestões foram submetidas a verificação humana antes da incorporação: os trechos foram comparados ao comportamento esperado, adaptados à arquitetura existente e testados no ambiente do projeto. A ferramenta não executou decisões autônomas sobre acessibilidade nem substituiu a análise da autora; aspectos relacionados à segurança, integridade dos dados e acessibilidade digital permaneceram sujeitos à revisão do código e às limitações de teste descritas na metodologia.

Entre as regras de negócio implementadas encontra-se uma pontuação operacional, ainda apresentada na interface do protótipo como indicador de “confiança”, construída para contextualizar a quantidade, a completude e a atualização das informações disponíveis para determinado estabelecimento. Trata-se de um indicador exploratório de disponibilidade informacional definido durante o desenvolvimento e não de uma medida estatisticamente validada de confiabilidade, veracidade ou acessibilidade. A Figura 4 apresenta o trecho responsável pelo cálculo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 4. Trecho da implementação do indicador exploratório de disponibilidade informacional

```
def confiabilidade(avaliacoes):
    if not avaliacoes:
        return {"pontos": 0, "nivel": "Sem dados"}

    respondidos = sum(
        sum(getattr(a, c) is not None for c in CRITERIOS)
        for a in avaliacoes
    )
    completude = respondidos / (len(avaliacoes) * len(CRITERIOS))

    datas = [a.criado_em for a in avaliacoes if a.criado_em]
    recente = 0
    if datas:
        ultima = max(datas)
        if ultima.tzinfo is None:
            ultima = ultima.replace(tzinfo=timezone.utc)
        dias = (datetime.now(timezone.utc) - ultima).days
        recente = 30 if dias <= 180 else 18 if dias <= 365 else 8

    pontos = min(40, len(avaliacoes) * 10) + round(completude * 30) + recente
    nivel = "Alta" if pontos >= 75 else "Média" if pontos >= 45 else "Baixa"
    return {"pontos": pontos, "nivel": nivel}
```

Fonte: Autoria própria, 2026.

O trecho apresentado na Figura 4 calcula três componentes: quantidade de avaliações, completude dos sete critérios e atualidade da contribuição mais recente. A quantidade contribui com até 40 pontos para evitar que um grande número de registros determine isoladamente a classificação; a completude contribui com até 30 pontos para diferenciar registros preenchidos de campos “Não verificado”; e a atualidade contribui com até 30 pontos para dar maior peso a informações recentes.

As parcelas são somadas em uma escala operacional de 0 a 100. Na implementação atual, os rótulos internos são “Alta” para 75 pontos ou mais, “Média” para 45 a 74 e “Baixa” abaixo de 45. Esses rótulos não representam probabilidade de verdade nem percentual de acessibilidade do estabelecimento; em eventual publicação do sistema, recomenda-se substituí-los por nomenclatura neutra, como “nível de informações disponíveis”, até que pesos e limites sejam validados empiricamente.

Os pesos, limites e intervalos foram definidos heuristicamente para equilibrar três sinais considerados relevantes ao protótipo: volume de contribuições, preenchimento dos critérios e recência. Essa decisão pode alterar a classificação mesmo quando a veracidade dos relatos não muda; por exemplo, várias avaliações completas podem elevar a pontuação ainda que sejam contraditórias. A implementação não resolve conflitos por consenso: respostas divergentes permanecem contabilizadas separadamente. Também não impede contribuições repetidas pelo mesmo usuário, e a parcela temporal considera a data da avaliação mais recente, sem descartar automaticamente registros antigos. Essas características reforçam que o indicador é apenas contextual e constituem pontos de validação futura.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Durante a pesquisa textual, a aplicação utiliza geocodificação direta. O termo informado pelo usuário é enviado ao Nominatim juntamente com parâmetros que delimitam a consulta ao contexto de Araraquara-SP. A resposta do serviço contém os locais encontrados e suas respectivas coordenadas de latitude e longitude, que podem ser utilizadas pelo Leaflet para posicionar o estabelecimento no mapa.

Além da pesquisa textual, foi implementado o processo inverso, denominado geocodificação reversa. Quando o usuário seleciona diretamente uma posição no mapa, o Leaflet fornece as coordenadas referentes ao ponto escolhido. Esses valores são enviados ao Nominatim para recuperar informações textuais relacionadas à localização. A Figura 5 apresenta o trecho responsável por esse processamento.

Figura 5. Trecho da implementação da geocodificação reversa no mapa

```
map.on('click', async (evento) => {
  try {
    const resposta = await fetch(
      `https://nominatim.openstreetmap.org/reverse?` +
      `lat=${evento.latlng.lat}&lon=${evento.latlng.lng}` +
      `&format=json&addressdetails=1&accept-language=pt-BR`
    );
    const dado = await resposta.json();
    const categoria = categoriaNominatim(dado.type);
    if ($('categoria')) $('categoria').value = categoria;

    ativarLocal(
      dado.name || dado.address?.amenity || dado.address?.road || 'Local selecionado',
      dado.display_name || 'Endereço não identificado',
      evento.latlng.lat, evento.latlng.lng, { categoria },
      dado.address?.suburb || dado.address?.neighbourhood || 'Não informado'
    );
  } catch {
    ativarLocal(
      'Local selecionado', 'Endereço não identificado',
      evento.latlng.lat, evento.latlng.lng
    );
  }
});
```

Fonte: Autoria própria, 2026.

O tratamento também contempla situações em que a consulta ao serviço externo não pode ser concluída. Nesse caso, a aplicação mantém as coordenadas selecionadas e utiliza valores alternativos para o nome e o endereço, permitindo que a interação com o mapa continue disponível mesmo sem o retorno da geocodificação.

No *back-end*, a aplicação possui ainda uma rotina para verificar a existência de um local a partir de suas coordenadas. Para essa comparação, os valores de latitude e longitude são arredondados para cinco casas decimais antes da consulta ao banco. Esse procedimento não corresponde a um cálculo de distância ou proximidade geográfica, mas a uma estratégia de normalização das coordenadas utilizadas na comparação entre registros. A estratégia pode produzir correspondências indevidas entre locais distintos muito próximos e também deixar de

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

identificar duplicidades quando a geocodificação retorna posições diferentes para um mesmo estabelecimento. Uma evolução deverá combinar coordenadas com nome, endereço normalizado e critério geoespacial de proximidade, em vez de tratar o arredondamento como mecanismo suficiente de deduplicação.

Outro componente implementado no eAcessibilidade é a geração de uma síntese textual a partir dos comentários registrados pelos colaboradores. Essa funcionalidade foi desenvolvida por meio da integração entre o *back-end* Flask e a API Google Gemini, com o objetivo de oferecer uma apresentação resumida dos principais aspectos mencionados nas avaliações.

Quando um estabelecimento possui comentários disponíveis, a aplicação reúne os textos associados às avaliações e os utiliza para construir a instrução enviada ao modelo de inteligência artificial. A Figura 6 apresenta parte da implementação responsável pela preparação desse conteúdo e pela comunicação com o serviço.

Figura 6. Trecho da integração com a API Google Gemini para síntese das avaliações

```
def resumo_local(comentarios):
    trechos = [texto.strip().rstrip(".") for texto in comentarios if texto.strip()][:2]
    if not trechos:
        return "Ainda não há comentários suficientes para gerar um resumo."
    return "Resumo automático indisponível. Destaques dos relatos: " + "; ".join(trechos) + "."


def gerar_texto_gemini(cliente, prompt):
    global _gemini_model_disponivel
    candidatos = [_gemini_model_disponivel] if _gemini_model_disponivel else [
        GEMINI_MODEL,
        "gemini-3.5-flash",
        "gemini-3.6-flash",
    ]
    for modelo in candidatos:
        try:
            interacao = cliente.interactions.create(
                model=modelo,
                input=prompt,
                store=False,
            )
            texto = (interacao.output_text or "").strip()
            if texto:
                _gemini_model_disponivel = modelo
                return texto, modelo
        except Exception:
            continue
    return None, None


def gerar_resumo(comentarios):
    if not comentarios:
        return "Ainda não há comentários suficientes para gerar um resumo."
    if not GEMINI_API_KEY or genai is None:
        return resumo_local(comentarios)

    cliente = genai.Client(api_key=GEMINI_API_KEY)
    prompt = (
        "Resuma em português do Brasil, em até 3 frases objetivas, somente as condições de "
        "acessibilidade descritas nos relatos. Não invente informações e destaque barreiras.\n\n"
        + "\n".join(f"- {c}" for c in comentarios)
    )
    texto, _ = gerar_texto_gemini(cliente, prompt)
    return texto or resumo_local(comentarios)
```

Fonte: Autoria própria, 2026.

Após a construção do *prompt*, o conteúdo é encaminhado à função gerar_texto_gemini(), responsável pela comunicação efetiva com o serviço. Nessa função, a aplicação trabalha com

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

uma lista de modelos candidatos e realiza a requisição por meio do método cliente.interactions.create(), enviando o modelo selecionado e o conteúdo textual preparado anteriormente. A opção store=False é utilizada na chamada, e o texto retornado pelo serviço é extraído de output_text antes de ser encaminhado novamente para apresentação na aplicação.

Além disso, foi implementado um mecanismo alternativo por meio da função resumo_local(). Caso a chave da API não esteja configurada, a biblioteca necessária não esteja disponível, todos os modelos consultados apresentem erro ou a geração não produza conteúdo textual, a aplicação utiliza trechos dos próprios comentários para produzir uma apresentação alternativa. Com isso, a indisponibilidade da inteligência artificial não impede o funcionamento das demais funcionalidades do sistema.

A síntese produzida pelo Gemini não substitui nem modifica os comentários armazenados no banco de dados. Os relatos originais permanecem disponíveis integralmente para consulta e constituem a fonte principal da informação apresentada. Dessa forma, a inteligência artificial atua como recurso complementar de síntese textual das avaliações, sem substituir os registros originais ou determinar a conformidade técnica dos estabelecimentos.

A avaliação semântica da síntese não foi sistematicamente executada nesta etapa. Antes de uso público, a correspondência entre texto gerado e comentários originais deverá ser avaliada segundo quatro critérios: rastreabilidade factual, ausência de informação inventada, preservação de barreiras relevantes e explicitação de divergências. O Quadro 4 define cenários mínimos propostos para esse ensaio, sem apresentá-los como resultados já obtidos.

Quadro 4. Protocolo proposto para avaliação futura das sínteses por IA

Cenário	Entrada	Critério de aceitação
Relatos contraditórios	Comentários afirmando presença e ausência do mesmo recurso.	Preservar a divergência; não escolher uma versão sem evidência.
Linguagem ambígua	Relato com dúvida, condição ou interpretação incompleta.	Não transformar incerteza em afirmação categórica.
Informação incompleta	Comentários que mencionam apenas alguns recursos.	Não preencher características não descritas.
Avaliação negativa/barreira	Relatos que registram obstáculo relevante de acesso.	Manter o alerta sem suavização que altere seu sentido.

Fonte: Autoria própria, 2026.

Os comentários livres são enviados ao serviço externo quando a síntese é solicitada. O protótipo não implementa detecção ou anonimização automática de dados pessoais eventualmente digitados pelo colaborador. Uma implantação em produção deverá adotar minimização de dados, informação transparente ao usuário, política de privacidade, tratamento de credenciais fora do código e controles compatíveis com a legislação de proteção de dados, além de avaliar se o envio ao serviço externo é necessário para cada finalidade.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Além dos componentes apresentados nos trechos de código, a implementação contempla mecanismos de pesquisa e filtragem dos estabelecimentos. Os locais cadastrados podem ser consultados de acordo com categoria, nota mínima e características de acessibilidade registradas nas avaliações. Esses mecanismos permitem restringir os resultados apresentados no mapa conforme os critérios selecionados pelo usuário.

A autenticação dos colaboradores é gerenciada pelo *back-end* por meio de sessões e verificação de permissões nas rotas de contribuição. As senhas são processadas por *generate_password_hash()* e *check_password_hash()* do *Werkzeug* 3.1.8; como o projeto não informa método alternativo à função, a versão utilizada emprega *scrypt* como padrão de derivação, com *salt* gerado pela biblioteca (*Werkzeug*, 2026). A sessão utiliza a chave secreta do *Flask*, e o login limpa a sessão anterior antes de registrar o usuário autenticado. No recebimento das contribuições, o servidor valida a faixa da nota, converte coordenadas, limita comentários a 2.000 caracteres e a apresentação dos relatos utiliza escape de conteúdo para reduzir inserção de marcação executável. Entretanto, não foram realizados testes de penetração e o protótipo não implementa mecanismos dedicados de *rate limiting* nem proteção *CSRF* baseada em token. Esses controles, a externalização segura das credenciais de serviços e a adequação à LGPD devem ser tratados antes de implantação pública.

A interface também foi desenvolvida considerando práticas de acessibilidade digital, incluindo organização semântica, navegação por teclado, foco visível, atributos ARIA, regiões *aria-live*, responsividade e preferência por redução de movimentos. A apresentação dos resultados inclui uma lista textual de estabelecimentos além dos marcadores do mapa, reduzindo a dependência exclusiva da interação cartográfica. Esses recursos representam decisões de implementação, não certificação de conformidade. Não foram realizados testes formais com leitor de tela, auditoria completa de contraste, verificação manual de todos os campos e mensagens de erro ou avaliação com pessoas com deficiência. Conforme as orientações do W3C, a avaliação futura deverá combinar verificações técnicas e avaliação humana/participativa.

3.4. Resultados do protótipo

A implementação do eAcessibilidade resultou em um protótipo executável que integra autenticação, persistência relacional, visualização cartográfica, pesquisa e filtragem, cadastro georreferenciado, avaliações estruturadas, indicador exploratório de disponibilidade informacional e síntese textual assistida por inteligência artificial. No protocolo descrito na metodologia, 15 de 15 cenários funcionais foram aprovados no ambiente de desenvolvimento. Esse resultado representa verificação funcional preliminar e não validação de qualidade de uso.

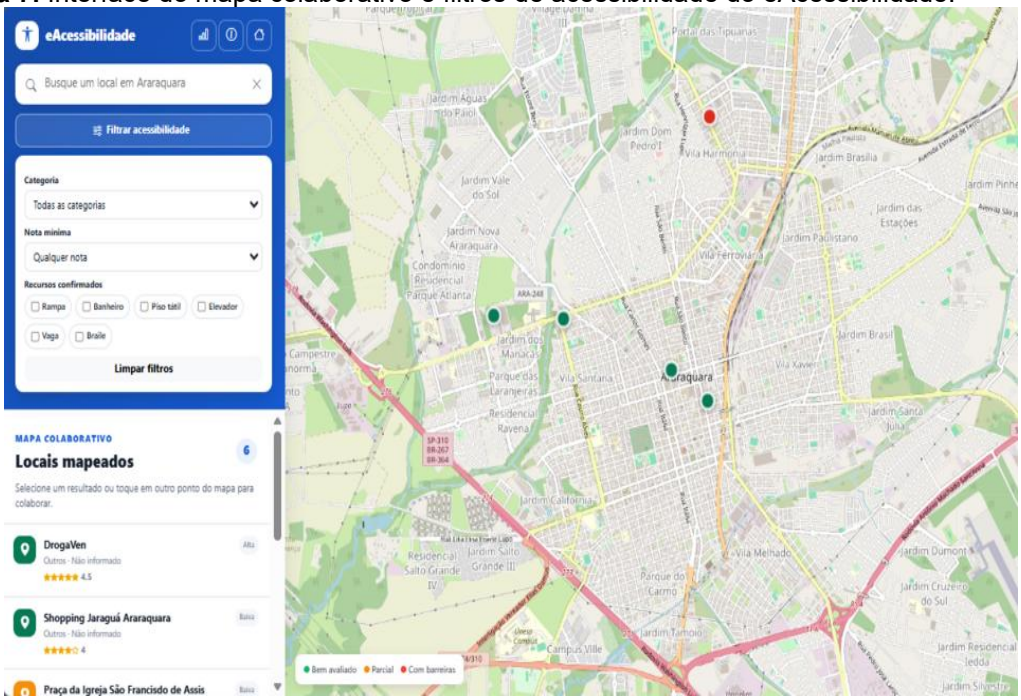
A aplicação foi executada em ambiente local e não foi disponibilizada publicamente em servidor de produção. A cópia da base utilizada como ponto de partida dos testes continha 3 usuários, 6 locais e 8 avaliações inseridos especificamente para desenvolvimento. Os cenários

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

do protocolo adicionaram registros temporários na cópia de teste para verificar persistência, validações e tratamento de falhas. Esses números não constituem amostra representativa das condições de acessibilidade de Araraquara-SP e não devem ser interpretados como experimento com usuários.

A interface principal permitiu visualizar os estabelecimentos cadastrados sobre o mapa interativo e realizar pesquisas por nome ou endereço. Os pontos registrados no banco são associados às respectivas coordenadas de latitude e longitude e representados por marcadores na interface cartográfica. Também foi possível restringir os locais apresentados por meio dos filtros de categoria, nota mínima e características de acessibilidade. A Figura 7 apresenta a interface principal da aplicação, na qual podem ser observados o mapa, os estabelecimentos cadastrados e os mecanismos utilizados para pesquisa e filtragem.

Figura 7. Interface do mapa colaborativo e filtros de acessibilidade do eAcessibilidade.



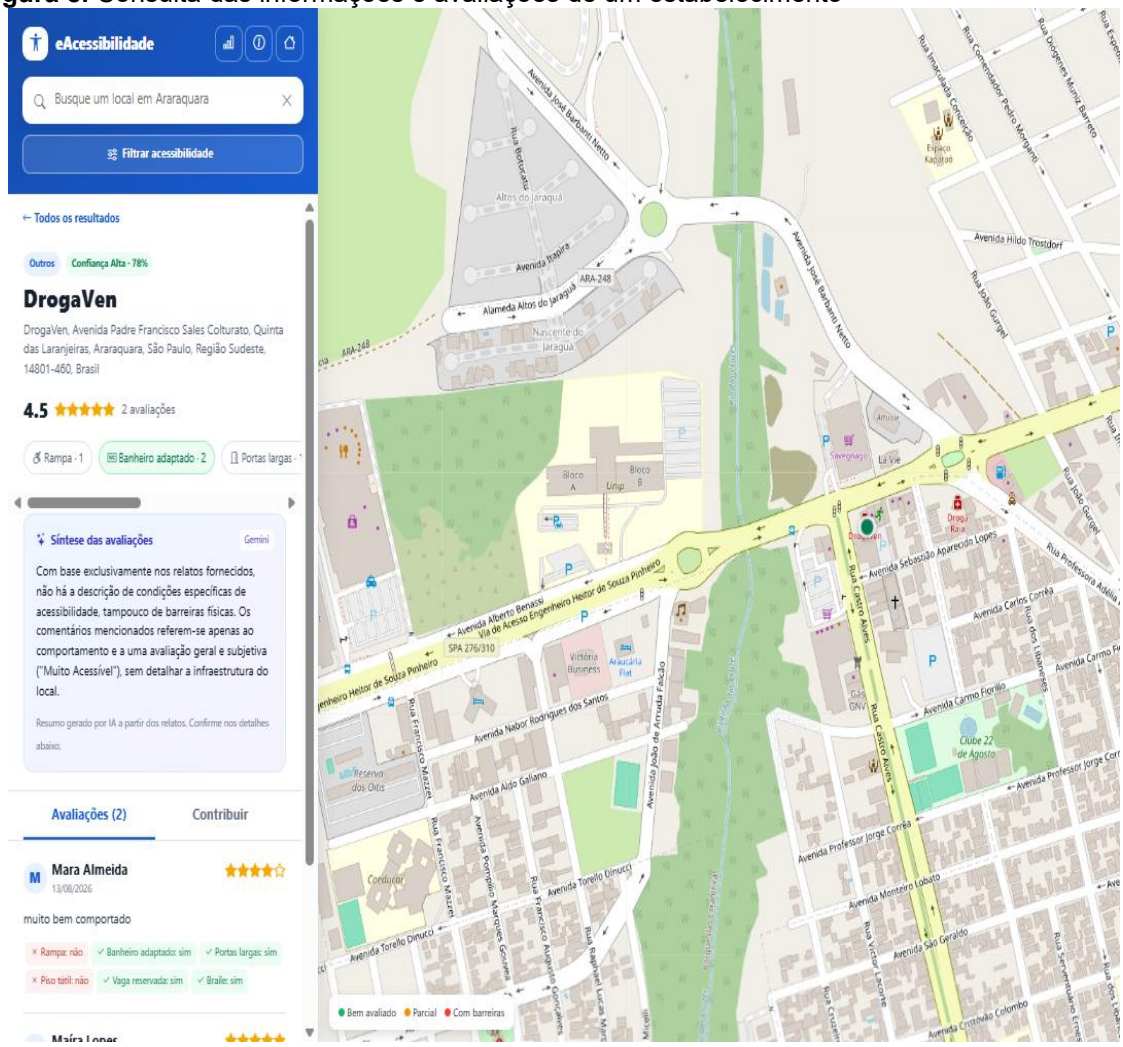
Fonte: Autoria própria, 2026.

A interação com os estabelecimentos apresentados no mapa possibilitou acessar individualmente as informações armazenadas para cada local. Na tela de detalhamento são exibidos dados como nome, endereço, média das avaliações, quantidade de contribuições, características de acessibilidade registradas e comentários realizados pelos colaboradores.

A Figura 8 apresenta a tela de consulta de um estabelecimento, permitindo observar a integração entre as informações do local, avaliações cadastradas, indicador de confiança e síntese dos comentários.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 8. Consulta das informações e avaliações de um estabelecimento



Fonte: Autoria própria, 2026.

O fluxo de inserção de informações também foi executado por meio do formulário de avaliação. Após a autenticação, o colaborador pode selecionar um estabelecimento, atribuir uma nota geral de uma a cinco estrelas, registrar um comentário textual e informar as condições observadas para os sete critérios de acessibilidade considerados pela aplicação. A nota de uma a cinco estrelas expressa a percepção global do colaborador sobre sua experiência de acesso ao local; ela não representa medição normativa nem certificação de conformidade, razão pela qual os critérios estruturados e os comentários permanecem disponíveis separadamente.

A Figura 9 apresenta o formulário utilizado para registrar as avaliações e as condições de acessibilidade observadas pelo colaborador.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 9. Formulário para registro colaborativo das condições de acessibilidade



Fonte: Autoria própria, 2026.

Entretanto, os procedimentos realizados nesta etapa tiveram como finalidade acompanhar o comportamento da implementação durante seu desenvolvimento e não constituíram um experimento controlado de avaliação do sistema. A plataforma também não foi disponibilizada em ambiente público de produção e não foram realizados testes sistemáticos com pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Dessa forma, os resultados obtidos não permitem concluir sobre a viabilidade, a usabilidade ou a efetividade do eAcessibilidade em condições reais de utilização.

O protótipo apresenta, nesta etapa, uma implementação tecnológica promissora dos requisitos definidos para o projeto, porém sua avaliação depende de etapas posteriores de experimentação. Entre elas, destacam-se a implantação da aplicação em ambiente de produção, a utilização por usuários reais, a realização de testes de usabilidade e acessibilidade digital e a validação experimental dos critérios utilizados no indicador de confiança.

Em comparação com trabalhos anteriores, os resultados devem ser interpretados pelo escopo da contribuição técnica. Wheelmap demonstra colaboração sobre acessibilidade de pontos de interesse, SmartWheels enfatiza características relevantes à navegação, MEP Crowd introduz mecanismos mais robustos de validação coletiva e reputação, e Li *et al.* (2025) combinam avaliações *on-line* com *LLM* em escala muito superior. O eAcessibilidade diferencia-

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

se, neste estágio, pela representação ternária “Sim/Não/Não verificado”, pela manutenção do histórico de avaliações estruturadas de um estabelecimento e pela síntese complementar dos comentários preservando as fontes originais. Em contrapartida, não possui a validação comunitária do MEP Crowd, não avalia rotas e não apresenta evidência empírica com o público-alvo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do eAcessibilidade, um sistema *web* colaborativo destinado ao registro, à organização e à consulta de informações georreferenciadas sobre condições de acessibilidade de estabelecimentos em Araraquara-SP. A implementação integrou arquitetura *cliente-servidor*, persistência relacional, mapeamento e geocodificação, avaliações colaborativas estruturadas, filtros, indicador exploratório de disponibilidade informacional e síntese textual assistida por inteligência artificial.

Em relação à questão de pesquisa, o desenvolvimento realizado permitiu demonstrar como uma aplicação *web* colaborativa pode ser estruturada tecnicamente para coletar, armazenar, georreferenciar e apresentar informações sobre acessibilidade urbana. A arquitetura adotada separou as responsabilidades entre interface, aplicação, persistência e serviços externos, enquanto o modelo de dados possibilitou relacionar usuários, locais e avaliações sem tratar as características observadas como atributos permanentes dos estabelecimentos. O uso das opções “Sim”, “Não” e “Não verificado” também permitiu diferenciar a inexistência de determinado recurso da ausência de informação sobre ele.

Entre os aspectos técnicos implementados destacam-se o indicador exploratório baseado em quantidade, completude e atualização das avaliações e a integração com a API Google Gemini para síntese dos comentários. Esses mecanismos são auxiliares à consulta: não certificam acessibilidade, não garantem veracidade das contribuições e não resolvem automaticamente conflitos entre relatos. Da mesma maneira, a inteligência artificial não substitui as avaliações cadastradas.

A execução local e a aprovação dos cenários funcionais constituem evidência de viabilidade técnica preliminar da implementação, mas não demonstram viabilidade operacional. Não foram avaliados operação contínua, escalabilidade, desempenho sob carga, segurança em produção, conformidade integral com as WCAG, fidelidade semântica sistemática das sínteses ou adequação da interface ao público-alvo. A ausência de validação participativa e de mecanismos robustos para qualidade, contradição e reputação das contribuições limita o alcance das conclusões.

Como trabalhos futuros, recomenda-se a implantação controlada em ambiente público, seguida de avaliação participativa com pessoas com deficiência física, visual, auditiva, cognitiva e com

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

mobilidade reduzida; testes de usabilidade e acessibilidade digital combinando auditoria técnica, navegação por teclado e leitores de tela; validação experimental dos pesos e da nomenclatura do indicador; e avaliação semântica das sínteses de IA. Também devem ser investigados mecanismos de validação comunitária, tratamento explícito de registros contraditórios e desatualizados, reputação de colaboradores, detecção de informações potencialmente incorretas, deduplicação geoespacial mais robusta, indicadores de desempenho e evolução da arquitetura e dos controles de segurança conforme o aumento da utilização.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 9050:2020: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Versão corrigida: 2021. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. Disponível em: https://www.abntcatalogo.com.br/. Acesso em: 20 set. 2026.

BASS, Len; CLEMENTS, Paul; KAZMAN, Rick. ***Software* architecture in practice.** 4. ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2021. Disponível em: https://www.sei.cmu.edu/library/*software*-architecture-in-practice-fourth-edition/. Acesso em: 30 ago. 2026.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).** Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 30 ago. 2026.

CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas.** São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007. Disponível em: https://books.google.com/books/about/Desenho_universal.html?id=QJ8jbgPvLvAC. Acesso em: 30 ago. 2026.

CHEN, Peter Pin-Shan. **The entity-relationship model—toward a unified view of data.** ACM Transactions on Database Systems, New York, v. 1, n. 1, p. 9-36, 1976. DOI: 10.1145/320434.320440. Disponível em: https://doi.org/10.1145/320434.320440. Acesso em: 30 ago. 2026.

COMAI, Sara; DE BERNARDI, Emanuele; MASCIADRI, Andrea; SALICE, Fabio. **MEP CROWD: Improving Mobility of Users with Data and Images of High Quality.** Technology and Disability, v. 31, supl. 1, p. S78-S79, 2019. Disponível em: https://re.public.polimi.it/handle/11311/1128532. Acesso em: 18 out. 2026.

DEGROSSI, Lívia Castro; ALBUQUERQUE, João Porto de; ROCHA, Roberto dos Santos; ZIPF, Alexander. **A taxonomy of quality assessment methods for volunteered and crowdsourced geographic information.** Transactions in GIS, v. 22, n. 2, p. 542-560, 2018. DOI: 10.1111/tgis.12329. Disponível em: https://doi.org/10.1111/tgis.12329. Acesso em: 18 out. 2026.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Fundamentals of database systems.** 7. ed. Harlow: Pearson, 2016. Disponível em: https://www.pearson.com/en-gb/subject-catalog/p/Elmasri-Fundamentals-of-Database-Systems-Global-Edition-7th-Edition/P200000004142. Acesso em: 30 ago. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

GOODCHILD, Michael F.; LI, Linna. **Assuring the quality of volunteered geographic information.** Spatial Statistics, v. 1, p. 110-120, 2012. DOI: 10.1016/j.spasta.2012.03.002. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.spasta.2012.03.002. Acesso em: 18 out. 2026.

GOOGLE. **Gemini API: Interactions API.** [S. l.]: Google, 2026. Disponível em: https://ai.google.dev/gemini-api/docs/interactions-overview?hl=pt-BR. Acesso em: 30 ago. 2026.

HAKLAY, Mordechai; WEBER, Patrick. **OpenStreetMap: user-generated street maps.** IEEE Pervasive Computing, v. 7, n. 4, p. 12-18, 2008. DOI: 10.1109/MPRV.2008.80. Disponível em: https://doi.org/10.1109/MPRV.2008.80. Acesso em: 30 ago. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2022: 7,3% da população com 2 anos ou mais tinha alguma deficiência.** Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/22695-censo-2022-7-3-da-populacao-com-2-anos-ou-mais-tinha-alguma-deficiencia.html. Acesso em: 30 ago. 2026.

LEAFLET. **Download Leaflet: version 1.9.4.** [S. l.], 18 maio 2023. Disponível em: https://leafletjs.com/download.html. Acesso em: 30 ago. 2026.

LI, Lingyao; HU, Songhua; DAI, Yinpei; DENG, Min; MOMENI, Parisa; LAVERGHETTA, Gabriel; FAN, Lizhou; MA, Zihui; WANG, Xi; MA, Siyuan; LIGATTI, Jay; HEMPHILL, Libby. **Toward satisfactory public accessibility: A crowdsourcing approach through online reviews to inclusive urban design.** Computers, Environment and Urban Systems, v. 122, 102329, 2025. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2025.102329. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2025.102329. Acesso em: 18 out. 2026.

MACHADO, Adriana Alexandria; CAMBOIM, Silvana Philippi. **Mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano: desafios e potencialidades.** urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, Curitiba, v. 11, e20180142, 2019. DOI: 10.1590/2175-3369.011.e20180142. Disponível em: https://www.scielo.br/j/urbe/a/d6YmTQCPHhf5T5hsGVvrqHD/?lang=pt. Acesso em: 30 ago. 2026.

MASCETTI, Sergio; CIVITARESE, Gabriele; EL MALAK, Omar; BETTINI, Claudio. **SmartWheels: detecting urban features for wheelchair users' navigation.** Pervasive and Mobile Computing, v. 62, 101115, 2020. DOI: 10.1016/j.pmcj.2020.101115. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574119220300031. Acesso em: 30 ago. 2026.

MOBASHERI, Amin; DEISTER, Jonas; DIETERICH, Holger. **Wheelmap: the wheelchair accessibility crowdsourcing platform.** Open Geospatial Data, *Software* and Standards, v. 2, art. 27, 2017. DOI: 10.1186/s40965-017-0040-5. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s40965-017-0040-5. Acesso em: 18 out. 2026.

NOMINATIM. **Release history: Nominatim 5.3.2.** [S. l.], 19 abr. 2026. Disponível em: https://nominatim.org/release-history/. Acesso em: 30 ago. 2026.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **OMG Unified Modeling Language (OMG UML), version 2.5.1.** [S. l.]: Object Management Group, 2017. Disponível em: https://www.omg.org/spec/UML/2.5.1/. Acesso em: 30 ago. 2026.

ORNSTEIN, Sheila Walbe; PRADO, Adriana Romeiro de Almeida; LOPES, Maria Elisabete (org.). **Desenho universal: caminhos da acessibilidade no Brasil.** São Paulo: Annablume, 2010. 306 p. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001816066. Acesso em: 30 ago. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

PALLETS PROJECTS. **Flask Documentation 3.1.x.** [S. l.], 2026. Disponível em: https://flask.palletsprojects.com/en/stable/. Acesso em: 18 out. 2026.

PARKER, Christopher J.; MAY, Andrew; MITCHELL, Val. **User-centred design of neogeography: the impact of volunteered geographic information on users' perceptions of online map 'mashups'.** Ergonomics, v. 57, n. 7, p. 987-997, 2014. DOI: 10.1080/00140139.2014.909950. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24827070/. Acesso em: 30 ago. 2026.

PEFFERS, Ken; TUUNANEN, Tuure; ROTHENBERGER, Marcus A.; CHATTERJEE, Samir. **A Design Science Research Methodology for Information Systems Research.** Journal of Management Information Systems, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007. DOI: 10.2753/MIS0742-1222240302. Disponível em: https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302. Acesso em: 18 out. 2026.

PYTHON *SOFTWARE* FOUNDATION. **Python 3.11.9.** [S. l.], 2 abr. 2024. Disponível em: https://www.python.org/downloads/release/python-3119/. Acesso em: 18 out. 2026.

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. Disponível em: https://tede.unioeste.br/handle/tede/4753. Acesso em: 30 ago. 2026.

SOMMERVILLE, Ian. ***Software* engineering.** 10. ed. Harlow: Pearson, 2016. Disponível em: https://www.pearson.com/en-gb/subject-catalog/p/*software*-engineering-global-edition/P200000005464/9781292096131. Acesso em: 30 ago. 2026.

SQLALCHEMY. **SQLAlchemy 2.0 Documentation: changelog 2.0.47.** [S. l.], 2026. Disponível em: https://docs.sqlalchemy.org/en/20/changelog/changelog_20.html. Acesso em: 18 out. 2026.

SQLITE. **About SQLite.** [S. l.], 2025. Disponível em: https://www.sqlite.org/about.html. Acesso em: 30 ago. 2026.

WERKZEUG. **Utilities: Security Helpers.** Werkzeug Documentation 3.1.x. [S. l.]: Pallets Projects, 2026. Disponível em: https://werkzeug.palletsprojects.com/en/stable/utils/. Acesso em: 18 out. 2026.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). **Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.2.** Tradução autorizada para o português do Brasil. [S. l.]: W3C, 2025. Disponível em: https://www.w3.org/Translations/WCAG22-pt-BR/. Acesso em: 30 ago. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.