



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
MARANHÃO
CAMPUS SÃO LUÍS - MONTE CASTELO
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

PAULO HENRIQUE SILVA PINHEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL INTEGRADO A UM
SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PARA TURISMO ACESSÍVEL COM FOCO NA
PESSOA IDOSA: ESTUDO DE CASO PERSONA TOUR**

**SÃO LUÍS – MA
2025**

PAULO HENRIQUE SILVA PINHEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MOBILE INTEGRANDO UM
SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PARA TURISMO INCLUSIVO COM FOCO NA
PESSOA IDOSA: ESTUDO DE CASO PERSONA TOUR**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à disciplina **Monografia I**, ministrada pelo Prof. Dr.
Hélder Pereira Borges, como requisito básico para o
Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientadora: Profa. Dra. Eveline de Jesus Viana Sá

**SÃO LUÍS – MA
2025**

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um aplicativo mobile de recomendação de pontos turísticos com foco em acessibilidade para pessoas idosas e com deficiência em São Luís - MA. O objetivo é oferecer recomendações personalizadas adaptadas às necessidades específicas dos usuários, promovendo inclusão social e digital no contexto turístico. A justificativa fundamenta-se no dado alarmante de que 53,5% dos turistas com deficiência deixam de viajar no Brasil por falta de acessibilidade, e na ausência de soluções que integrem personalidade com acessibilidade como elemento central. O diferencial da proposta reside na integração simultânea do modelo psicológico Big Five Inventory (BFI) com restrições de acessibilidade, gerando recomendações que respeitam tanto preferências individuais quanto garantem viabilidade física e segurança da experiência. A metodologia segue Design Science Research com quatro fases: investigação de técnicas de interface para idosos via revisão sistemática e pesquisa participativa; desenvolvimento de uma API REST em Java Spring Boot para lógica de negócios do aplicativo e integração com a API; implementação do MVP em Flutter com funcionalidades de cadastro, questionário BFI, visualização de recomendações com indicadores de acessibilidade e sistema colaborativo de avaliação de pontos turísticos; validação através de testes de usabilidade com usuários reais. Espera-se contribuir para fortalecer a inclusão digital de pessoas idosas e com deficiência, demonstrando viabilidade de sistemas inteligentes que combinam algoritmos sofisticados com design centrado no usuário, alinhado com a Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146/2015).

Palavras-chave: Aplicação mobile. Sistema de recomendação. Idoso. Turismo inclusivo. Acessibilidade.

ABSTRACT

This work presents the development of a mobile application for recommending tourist attractions, focusing on accessibility for elderly people and people with disabilities in São Luís - MA. The objective is to offer personalized recommendations adapted to the specific needs of users, promoting social and digital inclusion in the tourism context. The justification is based on the alarming statistic that 53.5% of tourists with disabilities do not travel in Brazil due to lack of accessibility, and on the absence of solutions that integrate personality with accessibility as a central element. The proposal's distinguishing feature lies in the simultaneous integration of the Big Five Inventory (BFI) psychological model with accessibility constraints, generating recommendations that respect both individual preferences and guarantee the physical feasibility and safety of the experience. The methodology follows Design Science Research with four phases: investigation of interface techniques for the elderly through systematic review and participatory research; development of a REST API in Java Spring Boot for the application's business logic and integration with the API; implementation of the MVP in Flutter with functionalities for registration, BFI questionnaire, visualization of recommendations with accessibility indicators, and a collaborative system for evaluating tourist attractions; validation through usability tests with real users. It is expected to contribute to strengthening the digital inclusion of elderly people and people with disabilities, demonstrating the viability of intelligent systems that combine sophisticated algorithms with user-centered design, aligned with the Brazilian Inclusion Law (Law 13.146/2015). **Keywords:** Mobile Application. Recommendation System. Elderly.

Inclusive Tourism. Accessibility.

Sumário

1	Introdução	6
1.1	Problema	6
1.2	Justificativa	7
1.3	Objetivos	8
1.3.1	Objetivo Geral	8
1.3.2	Objetivos Específicos	8
2	Referencial Teórico	9
2.1	Turismo Acessível e Acessibilidade	9
2.2	Sistemas de Recomendação no Turismo	10
2.3	Aplicações Mobile e Experiência do Usuário (UX)	11
2.3.1	Acessibilidade em Aplicações Móveis: WCAG 2.1	11
2.3.2	Recomendações Específicas para Idosos	12
2.3.3	Experiência do Usuário (UX) Centrada no Usuário Específico	12
2.4	Tecnologias e Arquitetura do Sistema	13
2.4.1	Camada 1: API de Sistema de Recomendação — FastAPI Python . . .	13
2.4.2	Camada 2: API de Negócios e Gestão de Dados — Java Spring Boot . .	14
2.4.3	Camada 3: Aplicação Móvel — Flutter	14
2.4.4	Integração das Três Camadas	16
3	Metodologia	18
3.1	DSR - Design Science Research	18
3.1.1	Fase 1: Investigação de Técnicas de Interface Intuitiva para Usuários Idosos	18
3.1.2	Fase 2: Desenvolvimento das APIs para Integração com o Sistema de Recomendação	18
3.1.3	Fase 3: Implementação do Mínimo Produto Viável (MVP) do Aplicativo Móvel	19
3.1.4	Fase 4: Avaliação da Eficácia do Aplicativo através de Testes com Usuários	19
4	Cronograma	21
5	Referências	22

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problema

A acessibilidade é um fator decisivo para a efetiva inclusão no turismo (World Tourism Organization (UNWTO), 2016a). Para turistas com deficiência ou mobilidade reduzida, não basta apenas saber “o que visitar”, mas se os locais dispõem de recursos como rampas, banheiros adaptados, piso tátil, sinalização adequada ou rotas sem degraus, informações que raramente aparecem nos catálogos disponíveis de forma confiável e comparável. Essa lacuna gera barreiras à autonomia dos viajantes e reduz o interesse em locais que não evidenciam informações sobre acessibilidade. Ainda assim, o tema da acessibilidade permanece como um dos aspectos menos contemplados pela maioria dos sistemas de recomendação turísticos atuais (Santos *et al.*, 2019a). Nesse sentido, a personalização aliada à acessibilidade torna-se essencial para melhorar a experiência turística e ampliar a competitividade econômica do setor (Silva, D., 2023)

Portanto, esta pesquisa se propõe a responder à seguinte indagação central: Como elaborar uma aplicação capaz de satisfazer as necessidades de pessoas com deficiência e idosos permitindo o acesso a informação de pontos turísticos baseados em suas preferências e condições e promovendo a devida inclusão social, turística e digital?

1.2. Justificativa

Avançando nesse caminho, a presente proposta insere a acessibilidade como eixo central da personalização, transformando informações sobre barreiras e recursos adaptadas para recomendação de pontos turísticos coesos com o usuário. Assim, não apenas pontos turísticos são sugeridos, mas condições de acessibilidade do local e preferências individuais do usuário e do grupo. Com isso, o projeto justifica-se pela necessidade de superar as limitações dos recomendadores tradicionais, que priorizam popularidade e cliques, mas desconsideram variáveis críticas de inclusão (Azambuja; Moraes; Filipe, 2021). Social e legalmente, a proposta materializa princípios da Lei Brasileira de Inclusão ao trazer a acessibilidade para o centro do processo decisório, academicamente, contribui para a inovação em sistemas de necessidade social (Brasil, 2014) (Brasil, 2015a).

Diante desse contexto, a proposta do Persona Tour justifica-se pela necessidade de promover a inclusão digital e social da pessoa idosa e da pessoa com deficiência, no turismo, utilizando a tecnologia como mediadora de experiências significativas, seguras e adaptadas às suas limitações e interesses. O aplicativo busca não apenas recomendar destinos e pontos de interesse, mas também compreender as preferências e necessidades de cada usuário, propondo lugares compatíveis com suas motivações, nível de atividade e preferências categóricas. Além disso, a interface do aplicativo foca em ser acessível, com elementos visuais, tipográficos e interativos adaptados à ergonomia e à usabilidade de pessoas idosas, contribuindo para a redução das barreiras de acesso à informação turística.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Desenvolver um aplicativo móvel de recomendação de pontos turísticos, delimitado na recomendação de locais da cidade de São Luís, com foco na acessibilidade pessoas com deficiência e idosos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a. Investigar técnicas de interface intuitiva para os usuários idosos;
- b. Desenvolver uma API para integrar o sistema de recomendação ao aplicativo móvel;
- c. Implementar um mínimo produto viável do aplicativo móvel;
- d. Avaliar a eficácia do aplicativo por meio de testes com diferentes perfis de usuários, verificando a precisão das recomendações, a adequação às condições de acessibilidade e a percepção de usabilidade;

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Turismo Acessível e Acessibilidade

O turismo representa uma das atividades econômicas e sociais mais importantes para países em desenvolvimento, funcionando como gerador de renda, emprego e intercâmbio cultural. Contudo, a participação igualitária nessa prática depende fundamentalmente da existência de infraestrutura e serviços adequados que considerem as necessidades específicas de pessoas com deficiência e mobilidade reduzida, incluindo idosos. A acessibilidade turística transcende a disponibilidade de rampas e banheiros adaptados; ela envolve um conceito mais amplo que contempla elementos informativos, comunicacionais, tecnológicos e atitudinais.

Segundo dados recentes do Ministério do Turismo, mais de 53,5% dos turistas com deficiência deixaram de viajar para algum destino no Brasil por falta de acessibilidade, revelando uma exclusão sistemática desse público (Turismo, 2025). O Brasil, embora reconhecido internacionalmente por suas belezas naturais, apresenta graves deficiências na operacionalização de políticas de turismo inclusivo, conforme demonstrado em análises de políticas públicas dos últimos 20 anos (Vilela, 2025).

Um caso emblemático dessa falha institucional é o “Programa Turismo Acessível”, projeto desenvolvido pelo próprio governo brasileiro para mapear acessibilidade em pontos turísticos. O aplicativo, embora bem-intencionado, apresenta limitações críticas: dados desatualizados, informações inconsistentes sobre acessibilidade real dos espaços, ausência de validação contínua pelas comunidades de pessoas com deficiência, e interface pouco acessível para o público idoso. Muitos pontos turísticos cadastrados como acessíveis carecem de infraestrutura essencial como rampas inadequadas, banheiros sem adaptações e falta de sinalização tátil, demonstrando que a presença de informação não garante qualidade de implementação.

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei 13.146/2015) e o Manual de Turismo Acessível da UNWTO estabelecem que acessibilidade é direito fundamental, não benefício (Brasil, 2015b; World Tourism Organization (UNWTO), 2016b). Entretanto, a implementação permanece lenta e desigual. O conceito de turismo acessível deve ser compreendido em múltiplas dimensões complementares. A acessibilidade arquitetônica refere-se à remoção de barreiras físicas, incluindo rampas adequadas com inclinação máxima de 8,33%, corrimões, elevadores, pisos táteis e banheiros com espaço de manobra mínimo de 1,5m de diâmetro. A acessibilidade comunicacional envolve a disponibilidade de informações em formatos alternativos como Braille, áudio, linguagem simples e descrição de imagens, aliada a sinalização clara e legível com descrição de ambientes. A acessibilidade atitudinal compreende o treinamento de profissionais de turismo para atender com qualidade e respeito, promovendo a compreensão da neurodiversidade e das diferentes formas de deficiência, valorizando a autonomia do visitante. Por fim, a acessibilidade tecnológica garante a disponibilidade de recursos assistivos como leitores de tela, amplificadores e sistemas de amplificação de som, além da integração com tecnologias móveis e interfaces acessíveis em plataformas digitais.

2.2. Sistemas de Recomendação no Turismo

Os Sistemas de Recomendação (SR) têm revolucionado a forma como os indivíduos descobrem produtos, serviços e informações em ambientes digitais. No contexto turístico, eles auxiliam viajantes a identificar pontos de interesse relevantes em meio à sobrecarga informacional, reduzindo significativamente o tempo de pesquisa e aumentando a qualidade da experiência (Resnick; Varian, 1997; Santos *et al.*, 2019b). Um sistema de recomendação funciona como intermediário entre a diversidade de ofertas turísticas e as preferências específicas de cada usuário, processando dados comportamentais, demográficos e psicológicos para gerar sugestões personalizadas.

As abordagens tradicionais em Sistemas de Recomendação Turística baseiam-se predominantemente em duas técnicas: a filtragem colaborativa, que identifica usuários com preferências similares e recomenda itens apreciados por esses “vizinhos”; e a filtragem baseada em conteúdo, que analisa características dos pontos turísticos como categoria, localização e características, comparando-as com o perfil do usuário (Resnick; Varian, 1997). Contudo, essas abordagens possuem limitações reconhecidas. A filtragem colaborativa sofre com o problema de “partida a frio” caracterizado por poucos dados históricos de usuários novos, enquanto a filtragem por conteúdo tende a criar “bolhas de informação” que reduzem a serendipidade e a descoberta de novas experiências.

O **GrouPlanner** (Alves; Gomes *et al.*, 2022; Alves; Martins, H.; Saraiva *et al.*, 2023), desenvolvido pelo GECAD/ISEP-IPP (Grupo de Pesquisa em Engenharia Computacional de Sistemas Adaptativos Complexos do Instituto Superior de Engenharia do Porto), representa um avanço significativo ao incorporar modelagem de personalidade como base para recomendação. O GrouPlanner utiliza o modelo psicológico **Big Five Inventory (BFI)** (Costa, 1992) para capturar os cinco principais traços de personalidade humana. A abertura para experiências reflete a propensão para novidade, criatividade e flexibilidade, influenciando a busca por atrações inovadoras, culturais e desafiadoras. A conscienciosidade relaciona-se com organização, planejamento e atenção a detalhes, influenciando a preferência por roteiros estruturados e segurança. A extroversão determina a sociabilidade e busca por estimulação, afetando a preferência por atividades em grupo, vida noturna ou contemplação solitária. A agradabilidade representa a orientação para cooperação e harmonia, afetando a disposição para turismo comunitário e experiências inclusivas. Por fim, o neuroticismo refere-se à tendência para emoções negativas, relacionando-se com sensibilidade a stress ambiental, necessidade de conforto e segurança.

O BFI é implementado através de um questionário validado cientificamente (Costa, 1992; Andrade, 2023) que permite classificar usuários em um espaço multidimensional de personalidade. A principal inovação do GrouPlanner reside na aplicação do algoritmo *d-means* (Alves; Martins, A. *et al.*, 2024) para agrupar usuários com perfis psicológicos similares e gerar recomendações coletivas em contextos de grupo, negociando preferências heterogêneas de forma harmoniosa.

Para o Persona Tour, a arquitetura de recomendação foi adaptada do GrouPlanner, incor-

porando uma dimensão crítica ausente em sistemas tradicionais: a modelagem de restrições de acessibilidade. O sistema processa não apenas traços de personalidade, mas também informações sobre o tipo e grau de deficiência ou mobilidade reduzida, necessidades específicas como presença de elevador, piso tátil, intérprete de Libras e descrição de ambientes, além de preferências de tipo de turismo ajustadas às capacidades do usuário. A integração entre BFI e restrições de acessibilidade cria um modelo de recomendação verdadeiramente inclusivo, que não apenas respeita preferências de personalidade mas também garante a viabilidade física e segurança da experiência turística. Esse diferencial posiciona o Persona Tour como inovação no campo do turismo inteligente (Tourism 4.0), alinhado com políticas públicas de inclusão social (Silva, D., 2023).

2.3. Aplicações Mobile e Experiência do Usuário (UX)

A proliferação de dispositivos móveis transformou a forma como as pessoas interagem com informações, serviços e experiências. Aplicativos móveis representam 90% do tempo de engajamento digital, tornando-os o canal preferencial para acesso a serviços turísticos. Contudo, a qualidade e acessibilidade dessas aplicações variam enormemente, com muitas falhando em atender necessidades de usuários com deficiência ou idosos (Bevan, 2021; Bruffaerts, 2021).

2.3.1. Acessibilidade em Aplicações Móveis: WCAG 2.1

As **Web Content Accessibility Guidelines 2.1 (WCAG 2.1)** (W3C, 2021), desenvolvidas pelo World Wide Web Consortium, estabelecem padrões internacionais reconhecidos para acessibilidade digital. Embora originalmente focadas em conteúdo web, suas diretrizes são amplamente aplicáveis a aplicações móveis, especialmente em nível AA que garante acessibilidade para 80% das necessidades de pessoas com deficiência (W3C, 2021; Various, 2021a).

Os princípios WCAG 2.1 fundamentais para aplicações móveis dividem-se em quatro categorias. A perceptibilidade exige que a informação seja apresentada de forma compreensível, especialmente através de contraste de cores com razão mínima de 4,5:1 entre texto e fundo, ou 3:1 para texto grande com tamanho igual ou superior a 18 pontos. Aplicações frequentemente violam esse requisito, causando ilegibilidade para pessoas com baixa visão. Adicionalmente, o tamanho de texto deve ser ajustável e a interface deve permanecer utilizável em escalas até 200%, com descrição de elementos visuais como botões, ícones e imagens que devem possuir rótulos textuais ou descrições acessíveis para leitores de tela.

A operabilidade garante que todos os componentes sejam operáveis sem exclusão de usuários com diferentes capacidades motoras ou cognitivas. O tamanho de alvo tátil é crítico, exigindo que botões e elementos interativos possuam área mínima de 48x48 pixels lógicos para facilitar ativação por usuários com limitações motoras finas (Google, 2025; Dev, 2023). Toda funcionalidade deve ser acessível via teclado, suportando navegação com abas e foco claramente visível. Leitores de tela como TalkBack para Android e VoiceOver para iOS devem descrever a interface de forma coerente e permitir navegação completa. Além disso, mudanças de contexto

automáticas devem ser evitadas, pois alterações não devem ocorrer sem confirmação do usuário, especialmente durante entrada de dados.

A compreensibilidade exige que interface, comportamento e mensagens sejam claros e antecipáveis. Isso envolve o uso de linguagem simples com texto legível e vocabulário apropriado, sendo especialmente importante para usuários idosos e com deficiência cognitiva (Silva, M. *et al.*, 2015). As ações do usuário devem gerar feedback imediato através de feedback visual, auditivo ou tátil confirmando sucesso ou indicando erro com sugestão de correção. Padrões, cores e posicionamento devem permanecer consistentes ao longo da aplicação para facilitar a navegação intuitiva.

A robustez garante que o aplicativo funcione com diversas tecnologias assistivas e em diferentes contextos. A compatibilidade com tecnologias assistivas é fundamental, exigindo funcionamento adequado com leitores de tela, amplificadores de som e interfaces adaptadas. Comportamento consistente deve ser garantido em smartphones, tablets e versões antigas e novas do sistema operacional através de testes em múltiplos dispositivos.

2.3.2. Recomendações Específicas para Idosos

Estudos sobre interação de idosos com aplicações móveis (Silva, M. *et al.*, 2015; Various, 2021b; Vilela, 2025) identificam desafios cognitivos, visuais e motores específicos que exigem diretrizes adaptadas. A degradação visual natural caracteriza-se pela redução de acuidade visual, dificuldade com contraste e aumento de sensibilidade a cintilação, recomendando-se font-size mínimo de 16-18 pontos, espaçamento entre elementos ampliado e aumento de espaçamento de linha para melhor legibilidade.

A redução de destreza motora associada ao tremor, artrite e redução de precisão manual exige que botões sejam significativamente maiores que 48x48 pixels, com recomendação de 60-72 pixels, mantendo espaçamento amplo entre elementos (Silva, M. *et al.*, 2015). A mudança cognitiva caracteriza-se pelo aumento de tempo de processamento, dificuldade com abstrações visuais e tendência à familiaridade com padrões conhecidos. Nesses casos, navegação deve ser simplificada com máximo de 3 níveis hierárquicos, nomes de botões claros e descritivos, evitando ícones sem rótulo que possam causar confusão.

A proficiência tecnológica variável entre idosos, onde muitos possuem experiência limitada com aplicativos móveis, exige que se priorize familiaridade através de padrões conhecidos como enviar/receber para comunicação, tutoriais integrados e suporte à ajuda contextual. O design deve ser construído com a premissa de que o usuário idoso necessita de uma curva de aprendizado reduzida e de máxima clareza em cada interação.

2.3.3. Experiência do Usuário (UX) Centrada no Usuário Específico

A Experiência do Usuário vai além da mera funcionalidade; refere-se ao conjunto de emoções, atitudes e comportamentos associados ao uso de um sistema (Nielsen, 2012). Para públi-

cos com necessidades especiais, UX deve ser construída através de pesquisa participativa, onde o usuário é co-designer do sistema.

O **Design Thinking** propõe que aplicações sejam desenvolvidas em iterações sucessivas. A fase de descoberta busca entender profundamente as necessidades reais dos usuários. A definição reformula o problema com base em insights gerados. A ideação gera múltiplas soluções para o problema identificado. A prototipação constrói versões tangíveis que permitem visualizar a solução. O teste valida com usuários reais se a solução atende às necessidades.

Para aplicações turísticas, isso significa envolver desde o início pessoas idosas e com deficiência em sessões de prototipagem e teste de usabilidade, capturando não apenas erros funcionais, mas também a satisfação emocional e o senso de autonomia gerado pela experiência. A participação ativa desses usuários garante que a aplicação seja realmente acessível e útil, não apenas em conformidade técnica com diretrizes, mas em experiência prática e significativa.

2.4. Tecnologias e Arquitetura do Sistema

O Projeto é fundamentado em uma arquitetura de três camadas que separa responsabilidades e permite escalabilidade. Essa separação arquitetônica possibilita que cada camada seja desenvolvida, mantida e evoluída independentemente, facilitando a incorporação de novas tecnologias, algoritmos e funcionalidades sem impactar as demais camadas.

2.4.1. Camada 1: API de Sistema de Recomendação — FastAPI Python

A primeira camada implementa o sistema central de recomendação, desenvolvida em FastAPI Python. Essa API é responsável por processar perfis de personalidade do usuário e gerar recomendações de pontos turísticos através do algoritmo d-means, consumindo dados da Google Maps API como terceiro para enriquecer as recomendações com informações geográficas. O algoritmo d-means recebe como entrada o perfil BFI do usuário representado por cinco dimensões de personalidade e suas restrições específicas de acessibilidade, agrupando pontos turísticos que combinam características que atraem usuários com aquele perfil psicológico enquanto garantem conformidade com requisitos específicos de acessibilidade. A integração com Google Maps API permite consumir dados geográficos, localização, categoria, avaliações, horários e contato dos pontos turísticos, enriquecendo essas informações com metadados de acessibilidade provenientes do banco de dados do sistema. O processamento inteligente aplica lógica sofisticada de matching entre perfil de personalidade e características dos pontos turísticos, retornando lista ordenada de recomendações com score de relevância que reflete o grau de correspondência. A validação de dados de acessibilidade garante que as recomendações atendem rigorosamente aos requisitos específicos de mobilidade, visão e audição declarados pelo usuário, evitando sugerir locais que, embora alinhados com a personalidade, possam ser inacessíveis. Essa camada funciona como motor de inteligência, independente de tecnologias de frontend ou regras de negócio específicas do aplicativo, podendo ser facilmente integrada em diferentes contextos.

2.4.2. Camada 2: API de Negócios e Gestão de Dados — Java Spring Boot

A segunda camada implementa toda a lógica de negócio do aplicativo, desenvolvida em Java Spring Boot com banco de dados PostgreSQL. Essa API centraliza múltiplas responsabilidades críticas para o funcionamento da plataforma. O módulo de autenticação e perfil gerencia cadastro de usuários com armazenamento seguro de credenciais através de criptografia avançada, validação de email para verificação de contas e persistência de dados de perfil no banco de dados PostgreSQL. O módulo de questionário BFI implementa o Big Five Inventory validado em português brasileiro, composto por quinze itens na versão reduzida, coletando respostas em escala Likert de cinco pontos e calculando automaticamente scores para cada dimensão de personalidade. O módulo de integração com sistema de recomendação orquestra a comunicação entre os componentes da plataforma, capturando o perfil BFI calculado do usuário, coletando suas restrições específicas de acessibilidade, enviando requisição devidamente formatada à FastAPI Python para processar recomendações, recebendo a lista de pontos turísticos recomendados e enriquecendo a resposta com dados complementares armazenados no banco local, como avaliações anteriores e comentários de outros usuários.

O módulo de dados de acessibilidade armazena e gerencia metadados detalhados sobre cada ponto turístico incluindo informações sobre rampas, elevadores, banheiros adaptados, sinalização tátil e outros requisitos de acessibilidade, permitindo buscas facetadas por tipo de acessibilidade que o usuário necessita. O módulo de comentários e avaliações implementa um sistema colaborativo onde usuários avaliam pontos turísticos, relatam experiências de acessibilidade, compartilham fotos e comentários que enriquecem a informação disponível para futuros visitantes. Esse sistema implementa validação por pares e moderação de conteúdo inadequado para garantir qualidade e confiabilidade das informações. O módulo de filtros e preferências gerencia preferências pessoais de categorias turísticas, necessidades específicas de acessibilidade, histórico de visitas e listas compartilháveis entre usuários, permitindo customização profunda da experiência. O banco de dados PostgreSQL organiza tabelas estruturadas de usuários, perfis BFI, restrições de acessibilidade, histórico de recomendações e interações, sistema de avaliações e comentários colaborativos, além de cache de dados de pontos turísticos sincronizados com informações da FastAPI Python.

Os requisitos de segurança são rigorosos, implementando autenticação JWT (JSON Web Tokens) para validação de requisições, validação rigorosa de entrada para prevenir ataques de injeção, CORS configurado para permitir apenas origens autorizadas, criptografia de dados sensíveis em repouso utilizando AES-256, TLS 1.3 para comunicação criptografada em trânsito e conformidade total com LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) através de auditoria contínua.

2.4.3. Camada 3: Aplicação Móvel — Flutter

A terceira camada é a interface de usuário, implementada em Flutter, framework open-source de desenvolvimento cross-platform da Google que permite criar aplicações nativas em

iOS e Android com código base único. A escolha do Flutter justifica-se por múltiplas razões alinhadas aos objetivos de acessibilidade do projeto. O framework possui suporte nativo a acessibilidade através de integração built-in com tecnologias assistivas como TalkBack para Android e VoiceOver para iOS, com widgets que fornecem propriedades como semanticLabel, onTap e onLongPress para navegação fluida por leitor de tela. Os widgets do Flutter são acessíveis por padrão, com componentes como Button, TextField e AppBar já implementando acessibilidade mínima que desenvolvedores podem estender. O framework oferece suporte a verificação automática de conformidade com diretrizes WCAG 2.1 através de pacotes especializados. Flutter compila para código nativo, oferecendo performance superior crucial para dispositivos com recursos limitados comuns entre usuários idosos. O Hot Reload permite iteração rápida durante desenvolvimento e teste de acessibilidade, acelerando o ciclo de desenvolvimento e validação.

Os componentes principais da aplicação Flutter organizam-se em telas especializadas. A tela de autenticação implementa login e registro com campos amplos mantendo área mínima de 48 pixels, alta relação de contraste de 4,5:1, feedback claro de erros indicando exatamente o que corrigir e suporte completo a navegação por teclado. A tela de questionário BFI distribui a interface em múltiplas páginas para evitar sobrecarga cognitiva do usuário, exibe indicador de progresso claro mostrando quantas questões foram respondidas, oferece opção de pausar e retomar posteriormente, e apresenta escala Likert com rótulos textuais claros variando de “Discordo Fortemente” a “Concordo Fortemente”. A tela de recomendações exibe lista de pontos turísticos em card layout acessível, com cada card mostrando foto com descrição alternativa para leitores de tela, nome do local, categoria, distância até o ponto e indicadores visuais de acessibilidade como “Rampa disponível”, “Banheiro adaptado” e “Estacionamento próximo”.

A tela de detalhes do ponto turístico fornece informação expandida incluindo endereço completo, mapa interativo para visualizar localização, descrição detalhada do espaço com audio-descrição de fotos disponível, informações estruturadas de acessibilidade, contato do estabelecimento, horários de funcionamento, sugestões de transporte acessível para chegar ao local, avaliações de outros usuários sobre a acessibilidade e galeria de fotos. A tela de avaliação e comentários permite que usuários avaliem a acessibilidade real do ponto turístico, compartilhem experiências pessoais, relatem discrepâncias entre informações cadastradas e realidade observada e participem de validação colaborativa de informações. O perfil do usuário permite gerenciar informações pessoais, restrições de acessibilidade, histórico de visitas anteriores, pontos marcados como favoritos e configurações avançadas de acessibilidade incluindo tamanho de fonte ajustável, modo de alto contraste e velocidade de animação.

A implementação de acessibilidade em Flutter segue rigorosamente as diretrizes WCAG 2.1. A tipografia utiliza font-size mínimo de 16 pontos para corpo de texto, 18-20 pontos para cabeçalhos, fonte sans-serif como Roboto ou Open Sans para melhor legibilidade e suporte a aumento até 200% para usuários com baixa visão. Cores e contraste mantêm paleta com contraste mínimo de 4,5:1, modo de alto contraste disponível como opção, e evita-se usar cor como único indicador de informação, complementando com ícones, texto e padrões visuais. A navegação

estrutura-se hierarquicamente com máximo de três níveis para evitar confusão cognitiva, botões “Voltar” conspícuos em cada página, breadcrumbs em páginas profundas indicando o caminho percorrido e suporte completo a navegação por teclado com ordem de foco lógica. Leitores de tela recebem suporte máximo com todos os elementos interativos possuindo semanticLabel descritivo, imagens tendo rótulos explicativos, ordem semântica otimizada para fluxo natural e testes extensivos com TalkBack e VoiceOver.

Interações geram feedback multissensorial através de mudança visual de cor ou ícone, feedback auditivo com som ou vibração do dispositivo e feedback textual através de toast ou snackbar explicando resultado da ação. Campos obrigatórios são claramente marcados com indicadores visuais, erros de validação aparecem imediatamente com sugestão concreta de correção e ações importantes são reversíveis, permitindo que usuários desfaçam operações sem medo de consequências irreversíveis.

2.4.4. Integração das Três Camadas

Arquitetura Persona Tour

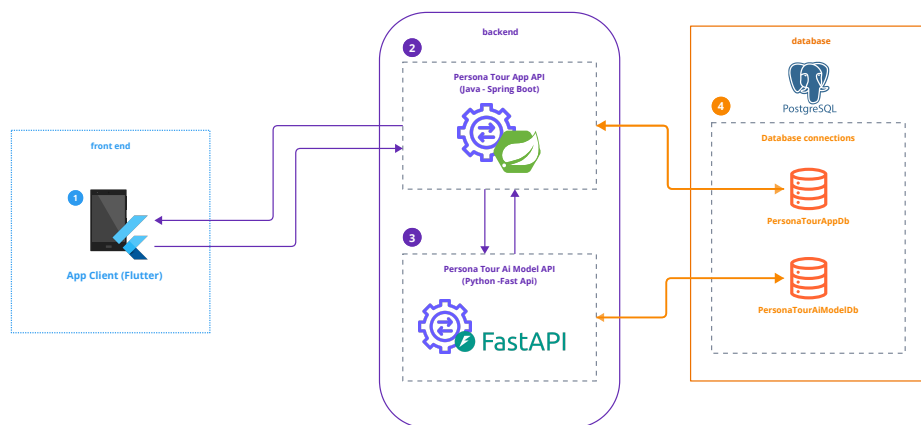


Figura 1 – Arquitetura do sistema. Fonte: Autor.

O fluxo de dados entre as camadas segue um padrão bem definido que garante integração *seamless*. O Flutter cliente autentica o usuário e captura seu perfil BFI através do questionário interativo. Os dados são enviados para Java Spring Boot API de negócios que processa o BFI, formata a requisição com os parâmetros necessários e a envia à FastAPI Python. A FastAPI Python executa o algoritmo d-means sofisticado, consulta Google Maps API para enriquecer dados geográficos, e retorna lista de recomendações com scores de relevância. Retornando à Java Spring Boot, enriquece a resposta com comentários, avaliações e informações complementares do PostgreSQL respondidas por usuários anteriormente, agregando conhecimento coletivo sobre acessibilidade. Finalmente, Flutter exibe as recomendações personalizadas de forma vi-

sual e acessível com informações claras de acessibilidade para cada ponto sugerido.

A segurança permeia toda a arquitetura, com dados sensíveis como localização e informações de deficiência sendo criptografados em trânsito através de TLS 1.3 e em repouso utilizando AES-256. Usuários controlam explicitamente quais dados compartilham e com quem, com consentimento informado e granular. A conformidade com LGPD é garantida através de consentimento explícito para coleta de dados, direito garantido de acesso aos dados pessoais, direito de exclusão de dados a qualquer momento e auditorias regulares de segurança com testes de penetração para identificar vulnerabilidades. Essa arquitetura em três camadas garante separação rigorosa de responsabilidades, escalabilidade para suportar crescimento de usuários e dados, manutenibilidade com código organizado e testável, e permite que melhorias em uma camada beneficiem imediatamente toda a plataforma sem necessidade de modificações complexas nas demais camadas.

Segurança e Privacidade:

- Dados sensíveis (localização, informações de deficiência) criptografados em trânsito (TLS 1.3) e em repouso (AES-256)
- Usuários controlam quais dados compartilham
- Conformidade com LGPD através de consentimento explícito, direito de acesso/exclusão
- Auditorias regulares de segurança e testes de penetração

Essa arquitetura em três camadas garante **separação de responsabilidades, escalabilidade, manutenibilidade**, e permite que melhorias em uma camada beneficiem imediatamente toda a plataforma. A **FastAPI Python** concentra toda a inteligência do sistema de recomendação, enquanto a **Java Spring Boot** gerencia todas as regras de negócio do aplicativo e interação com usuários, e o **Flutter** fornece a interface otimizada para acessibilidade do público-alvo.

3. METODOLOGIA

3.1. DSR - Design Science Research

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de natureza exploratória e experimental, fundamentada nos princípios da Design Science Research (DSR), metodologia reconhecida por sua capacidade de produzir artefatos tecnológicos que resolvem problemas concretos enquanto geram conhecimento científico. A pesquisa foi estruturada em quatro fases interdependentes e iterativas, alinhadas aos objetivos específicos propostos, integrando técnicas qualitativas e quantitativas para aplicabilidade prática.

3.1.1. Fase 1: Investigação de Técnicas de Interface Intuitiva para Usuários Idosos

A primeira fase concentra-se na compreensão profunda das necessidades e limitações do público idoso no contexto de interfaces digitais móveis. Iniciou-se com uma revisão sistemática da literatura abrangendo diretrizes de acessibilidade para idosos, recomendações de usabilidade específicas para dispositivos móveis e estudos sobre interação humano-computador com foco nesse público. Foram consultadas as diretrizes WCAG 2.2 (Web Content Accessibility Guidelines), adaptadas para o contexto mobile, bem como estudos que investigam características visuais, cognitivas e motoras associadas ao envelhecimento.

Paralelamente à revisão bibliográfica, serão conduzidas entrevistas semiestruturadas com potenciais usuários com deficiência e idosos, além de pessoas que trabalham na área do turismo que atuam com esse público. As entrevistas seguirão a metodologia de pesquisa participativa, permitindo identificar preferências de design, barreiras de uso e expectativas relacionadas a aplicativos turísticos. Os dados coletados deverão ser organizados através de análise temática, gerando requisitos preliminares sobre tamanho de fonte, contraste de cores, simplicidade de navegação, feedback audiovisual e redução de passos para completar tarefas.

3.1.2. Fase 2: Desenvolvimento das APIs para Integração com o Sistema de Recomendação

A segunda fase envolverá o projeto e implementação de duas Application Programming Interfaces (APIs) REST responsáveis pela comunicação entre o aplicativo móvel, o sistema de recomendação e o banco de dados.

API de Recomendação (FastAPI Python): Implementa o algoritmo d-means de recomendação, integrando dados da Google Maps API como terceiro para selecionar pontos turísticos que combinam perfil de personalidade (BFI) com requisitos de acessibilidade específicos do usuário. Essa camada processa a inteligência central do sistema, retornando lista ordenada de pontos recomendados com score de relevância e metadados de acessibilidade. A arquitetura seguirá princípios RESTful garantindo escalabilidade e manutenibilidade.

API de Negócios (Java Spring Boot): Responsável pela lógica de negócio completa do aplicativo, incluindo autenticação de usuários, processamento do questionário BFI, integração

com a FastAPI Python, gerenciamento de dados de acessibilidade, sistema de comentários e avaliações colaborativas, e persistência de dados em PostgreSQL. Implementa requisitos rigorosos de segurança através de autenticação JWT, validação de entrada, CORS configurado, e criptografia de dados sensíveis (AES-256 em repouso, TLS 1.3 em trânsito).

A validação das APIs incluirá testes de carga para avaliar desempenho sob diferentes volumes de requisições simultâneas, testes de segurança para identificar vulnerabilidades, testes funcionais para garantir integração correta entre as camadas, e testes de conformidade com LGPD.

3.1.3. Fase 3: Implementação do Mínimo Produto Viável (MVP) do Aplicativo Móvel

A terceira fase consistirá no desenvolvimento do MVP do aplicativo Flutter, seguindo a metodologia ágil de desenvolvimento em ciclos iterativos curtos que permitem ajustes contínuos baseados em feedback.

As funcionalidades essenciais implementadas no MVP incluirão: (1) tela de cadastro e autenticação de usuários com validação segura; (2) questionário digital baseado no modelo BFI para captura de traços de personalidade; (3) interface para visualização de pontos turísticos recomendados com indicadores de acessibilidade (presença de rampas, elevadores, banheiros adaptados, sinalização tátil); (4) link para mapa interativo mostrando localização dos pontos; (5) sistema de filtros considerando preferências pessoais e necessidades de acessibilidade; (6) criação de listas de pontos turísticos compartilháveis entre usuários; (7) sistema de avaliação colaborativo onde usuários relatam experiências de acessibilidade e comentam sobre pontos turísticos.

A interface será projetada considerando os requisitos levantados na Fase 1, implementando elementos como botões grandes com áreas de toque ampliadas, fontes ajustáveis (mínimo 16pt), alto contraste entre texto e fundo (4,5:1), navegação simplificada com poucos níveis hierárquicos, feedback claro para cada ação do usuário, e suporte a recursos nativos de acessibilidade (VoiceOver no iOS e TalkBack no Android). A prototipação será realizada utilizando ferramentas de design como Figma, permitindo validação visual antes da codificação.

3.1.4. Fase 4: Avaliação da Eficácia do Aplicativo através de Testes com Usuários

A fase final foca na validação do aplicativo através de testes de usabilidade e aceitação com diferentes perfis de usuários. A amostra será selecionada por conveniência, incluindo: pessoas idosas com diferentes níveis de familiaridade com tecnologia; pessoas com deficiência física ou mobilidade reduzida; e profissionais de turismo e acessibilidade que atuam como validadores técnicos.

Os testes serão realizados em ambiente controlado permitindo observação direta da interação dos usuários com o aplicativo. Tarefas pré-definidas incluem: realizar cadastro, responder ao questionário de personalidade, visualizar recomendações, filtrar pontos por critérios de aces-

sibilidade, e observar comentários de outros usuários. Os resultados serão registrados para análise posterior da eficácia do sistema.

A avaliação da precisão das recomendações envolverá análise comparativa entre as sugestões geradas pelo sistema e as preferências reais declaradas pelos participantes em questionário pós-teste, calculando métricas de acurácia e relevância. A adequação às condições de acessibilidade será verificada confrontando as informações apresentadas pelo aplicativo com dados reais dos estabelecimentos turísticos.

Considerações Éticas: Todos os procedimentos envolvendo participantes humanos serão conduzidos respeitando os princípios éticos de pesquisa conforme Resolução CNS 466/2012. Os participantes receberão Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) detalhando objetivos, procedimentos, riscos e benefícios, com garantia de confidencialidade e possibilidade de retirada a qualquer momento sem prejuízos. O projeto será submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa institucional.

Análise de Dados: Dados quantitativos serão analisados através de estatística descritiva utilizando ferramentas como R ou Python. Dados qualitativos (transcrições de entrevistas, observações dos testes de usabilidade) serão submetidos à análise de conteúdo temática, identificando padrões recorrentes, dificuldades comuns e sugestões de melhorias, atendendo simultaneamente aos requisitos técnicos de integração com sistemas de recomendação inteligentes e às necessidades reais de acessibilidade e usabilidade do público-alvo.

4. CRONOGRAMA

Atividade	Nov./25	Dez./25	Jan./26	Fev./26	Mar./26	Abr./26
Revisão de Referencial Teórico	X	X				
Modelagem do sistema		X				
Criação de endpoints da API			X			
Criação de Protótipo				X		
Criação de telas do App				X	X	
Integração do App com a API				X	X	
Testes e validação					X	X

Tabela 1 – Cronograma de execução do projeto.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, P.; MARTINS, H.; SARAIVA, P. *et al.* Group recommender systems for tourism: how does personality predict preferences for attractions, travel motivations, preferences and concerns? **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v. 33, p. 1141–1210, 2023. DOI: 10.1007/s11257-023-09361-2.

ALVES, P.; GOMES, D. *et al.* Grouplanner: A Group Recommender System for Tourism with Multi-agent MicroServices. *In: ADVANCES in Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Complex Systems Simulation. The PAAMS Collection: 20th International Conference, PAAMS 2022, L'Aquila, Italy, July 13–15, 2022, Proceedings. L'Aquila, Italy: Springer-Verlag, 2022. p. 454–460. ISBN 978-3-031-18191-7. DOI: 10.1007/978-3-031-18192-4_37. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-18192-4_37.*

ALVES, P.; MARTINS, A. *et al.* Are heterogeneity and conflicting preferences no longer a problem? Personality-based dynamic clustering for group recommender systems. **Expert Systems with Applications**, Elsevier Ltd, v. 255, dez. 2024. ISSN 09574174. DOI: 10.1016/j.eswa.2024.124812. Acesso em: 20 jan. 2024.

ANDRADE, A. **Placeholder reference for Andrade2023**. [S. l.: s. n.], 2023. Added to satisfy missing citation key.

AZAMBUJA, R. X. de; MORAIS, A. J.; FILIPE, V. Teoria e Prática em Sistemas de Recomendação. **Revista de Ciências da Computação**, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), n. 16, p. 23–46, 2021. ISSN: 2238-6416. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/entities/publication/4563f478-abd7-4d38-a7d3-b0da97783adf>. Acesso em: 29 jan. 2025.

BEVAN, N. Accessibility Standards and Guidelines for Mobile Applications. **International Journal of Mobile Human Computer Interaction**, 2021. Revisão de padrões de acessibilidade para aplicações móveis.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015 (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. [S. l.: s. n.], 2015. Presidência da República. Acesso em: 25 out. 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015 (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. [S. l.: s. n.], 2015. Presidência da República. Acesso em: 25 out. 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm.

BRASIL. **Turismo Acessível: Manual de Orientações**. Brasília: Ministério do Turismo, 2014. Acesso em: 25 out. 2025. Disponível em: <https://turismoacessivel.gov.br>.

BRUFFAERTS, R. Mobile App Accessibility: Current State and Challenges. **ACM Computing Surveys**, 2021. Estado atual de acessibilidade em aplicações móveis.

COSTA, P. **Neo PI-R professional manual**. [S. l.], jan. 1992. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/240133762>. Acesso em: 11 dez. 2024.

DEV. **Placeholder reference for Dev2023**. [S. l.: s. n.], 2023. Added to satisfy missing citation key. Disponível em: <https://dev.to/>.

GOOGLE. **Flutter Accessibility Documentation**. [S. l.: s. n.], nov. 2025. Documentação oficial do Flutter sobre implementação de acessibilidade.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. [S. l.]: Morgan Kaufmann, 2012. Fundamentos de engenharia de usabilidade e experiência do usuário.

RESNICK, P.; VARIAN, H. R. Recommender systems. **Commun. ACM**, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 40, n. 3, p. 56–58, mar. 1997. ISSN 0001-0782. DOI: 10.1145/245108.245121. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/245108.245121>. Acesso em: 11 out. 2024.

SANTOS, F. *et al.* Using POI functionality and accessibility levels for delivering personalized tourism recommendations. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 77, p. 101173, set. 2019. Acesso em: 22 out. 2025. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2017.08.007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.08.007>.

SANTOS, F. *et al.* Using POI functionality and accessibility levels for delivering personalized tourism recommendations. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 77, p. 101173, 2019. Acesso em: 22 out. 2025. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2017.08.007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.08.007>.

SILVA, D. **Development of an Ontology of Tourist Attractions for Recommending Points of Interest in a Group Recommender System for Tourism Specialisation Area of Graphics Systems and Multimedia**. [S. l.: s. n.], out. 2023. p. 1–82. Disponível em: https://repositorio.ipp.pt/bitstream/10400.22/24146/1/Tese_5143.pdf. Acesso em: 13 jun. 2024.

SILVA, M. *et al.* Recomendações de Usabilidade e Acessibilidade para Interface de Telefone Celular Visando o Público Idoso. **Produção**, v. 25, n. 4, 2015. Diretrizes específicas para interfaces móveis acessíveis a idosos.

TURISMO, M. do. Mais da metade dos turistas com deficiência deixaram de viajar por falta de acessibilidade. **Notícias - Ministério do Turismo**, set. 2025. Dados oficiais sobre exclusão turística de pessoas com deficiência no Brasil.

VARIOUS. Accessibility in Native Mobile Applications for Users with Disabilities: A Scoping Review. **MDPI Applied Sciences**, v. 11, n. 12, p. 5707, 2021. Revisão de escopo sobre acessibilidade em aplicações nativas.

VARIOUS. LUSUI: Desenvolvimento de Lista de Verificação de Usabilidade para Interfaces de Smartphone com Foco no Usuário Idoso. **Revista Ergodesign-HCI**, jun. 2021. Checklist de usabilidade específico para idosos.

VILELA, P. Políticas Públicas de Acessibilidade em Turismo no Brasil. **Scielo**, fev. 2025. Análise das políticas públicas brasileiras nos últimos 20 anos.

W3C. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1**. [S. l.: s. n.], 2021. Padrões internacionais de acessibilidade web e mobile.

WORLD TOURISM ORGANIZATION (UNWTO). **Manual on Accessible Tourism for All: Principles, Tools and Best Practices – Module I: Accessible Tourism – Definition and Context**. Madrid: UNWTO, 2016. Acesso em: 22 out. 2025. Disponível em: <https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284418077>.

WORLD TOURISM ORGANIZATION (UNWTO). **Manual on Accessible Tourism for All: Principles, Tools and Best Practices – Module I: Accessible Tourism – Definition and Context**. Madrid: UNWTO, 2016. Acesso em: 22 out. 2025. Disponível em: <https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284418077>.