



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

DAVI DE LIMA DAS NEVES

**Transita+: Desenvolvimento e Avaliação de um Aplicativo
Móvel para Sistema de Transporte de Passageiros**

Serra Talhada
2025

Davi de Lima das Neves

**Transita+: Desenvolvimento e Avaliação de um
Aplicativo Móvel para Sistema de Transporte
de Passageiros**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Sistemas de
Informação da Unidade Acadêmica de Serra
Talhada da Universidade Federal Rural de
Pernambuco como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Richarlyson Alves D'Emery

Serra Talhada
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Danilo Trindade Barbosa – CRB-4 002285/O

N511t Neves, Davi de Lima das.
Transita+: desenvolvimento e avaliação de um aplicativo móvel para sistema de transporte de passageiros / Davi de Lima das Neves. - Serra Talhada, 2025.
41 f.; il.

Orientador(a): Richarlyson Alves D'Emery.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica Serra Talhada - UAST, Bacharelado em Sistemas da Informação, Serra Talhada, BR-PE, 2025.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Mobilidade Urbana. 2. Aplicativos Móveis. 3. Desenvolvimento de Software. 4. Usabilidade I. D'Emery, Richarlyson Alves, orient. II. Título

CDD 004

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

DAVI DE LIMA DAS NEVES

**Transita+: Desenvolvimento e Avaliação de um Aplicativo Móvel para
Sistema de Transporte de Passageiros**

Trabalho de Conclusão de Curso julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação, defendida e aprovada por unanimidade em 07/08/2025 pela banca examinadora.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Richarlyson Alves D'Emery
Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Me. Rian Rabelo de Azevedo
Universidade de Pernambuco

Prof. Me. Carlos André Batista
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Transita+: Desenvolvimento e Avaliação de um Aplicativo Móvel para Sistema de Transporte de Passageiros

Davi de Lima das Neves¹, Richarlyson Alves D’Emery¹

¹Bacharelado em Sistemas de Informação – Universidade Federal do Rural de Pernambuco (UFRPE) – Serra Talhada – PE – Brasil

Av. Gregório Ferraz Nogueira, S/N – 56.909-535 – Serra Talhada – PE – Brasil

{davi.limaneves, richarlyson.demery}@ufrpe.br

Abstract. Context: Population growth in Brazil has increased the use of public transportation, impacting users’ quality of life. It is necessary to adopt strategies to improve passenger flow by providing accurate and real-time information. **Objective:** To develop a mobile application for the public passenger transportation system. **Method:** This study includes an integrative literature review, requirements documentation using USAbility Requirements with Personas and User Stories, iterative and incremental development, and evaluation through a questionnaire, CVC, Mean Ranking, the System Usability Scale, and statistical inference. **Results:** This study presents Transita+, a mobile application evaluated as excellent, which enhances user access to real-time information regarding routes, schedules, and availability within the public passenger transportation system.

Resumo. Contexto: O crescimento populacional no Brasil tem aumentado o uso do transporte coletivo, impactando a qualidade de vida dos usuários. É necessário adotar estratégias para melhorar o fluxo de passageiros, oferecendo informações precisas e em tempo real. **Objetivo:** Desenvolver um aplicativo móvel para sistema de transporte coletivo de passageiros. **Método:** Tem-se revisão integrativa da literatura, documentação de requisitos por USAbility Requirements with Personas and User Stories, desenvolvimento iterativo e incremental, avaliação por questionário, CVC, Ranking Médio, System Usability Scale e inferência estatística. **Resultados:** Apresenta-se Transita+, um aplicativo classificado como excelente, que facilita o acesso à informação de rotas, horários e disponibilidade de transporte coletivo de passageiros.

1. Introdução

Historicamente, a literatura apontava que os residentes de áreas urbanas no Brasil realizavam, em média, dois deslocamentos diários — o equivalente à metade das movimentações observadas em países desenvolvidos no início dos anos 2000 [Vasconcellos 2001]. No entanto, esse cenário de defasagem na mobilidade ganha novos contornos e tende a se agravar diante do contínuo adensamento populacional.

Para contextualizar essa evolução, o Censo Demográfico de 2022 [IBGE 2022] demonstra que o crescimento populacional segue em ascensão, com aproximadamente 85% dos brasileiros (cerca de 172,55 milhões de pessoas) vivendo atualmente em áreas urbanas. Sob essa nova ótica, o volume absoluto de deslocamentos cresce de forma

expressiva. Dados recentes do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana [ANTP 2026] reforçam esse cenário, apontando a realização de quase 58 bilhões de viagens anuais no país. Esse volume gigantesco afeta de forma direta a qualidade de vida da população, que em grande parte depende do transporte público coletivo para sua locomoção diária, enfrentando sistemas frequentemente sobrecarregados.

Apesar de ser uma boa alternativa para pessoas de baixa renda, que não possuem receita para investir em um transporte particular, o transporte público possui pontos importantes para a melhoria na sua qualidade, havendo a necessidade de investimentos na infraestrutura das vias, nas condições e segurança dos veículos, locais de embarque/desembarque, além da resolução de problemas de congestionamentos [Araújo et al. 2011].

Em contrapartida, nas regiões metropolitanas, a maior parte dos transportes coletivos é de ônibus e é notório que o seu principal instrumento de investimento é oriundo das tarifas cobradas, pois são poucos os subsídios que possuem origem estatal [Vasconcellos 2001]. Segundo [World Bank 2022], o Brasil tem um grande déficit de investimentos no setor de transporte, sendo maior parte dos recursos públicos direcionados para outros setores, no qual também destaca que apenas 12% das rodovias brasileiras são pavimentadas, um número que não houve mudança significativa desde 2001. Com a falta de investimentos, torna-se um grande desafio esforços direcionados a coleta e disponibilização de informações precisas e em tempo real, como dados sobre as frotas, horários, locais de maiores fluxos de passageiros e congestionamentos [Nassar e Vieira 2017].

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm um papel fundamental na coleta dos dados e divulgação de informações para a população, o uso de sistemas automatizados de coleta de dados, como os de localização automática de veículos ou contagem automática de passageiros facilita uma análise de informações detalhadas e em tempo real, quando sua atuação é aplicada em sistemas de transportes. O uso destes dados é de extrema importância para o planejamento e gerenciamento dos serviços prestados, o que poderia melhorar significativamente na qualidade e eficiência dos sistemas de transporte público [Wilson 2009].

O uso de transporte público também é comumente utilizado no transporte universitário, por meio de coletivos municipais ou disponibilização própria das universidades, sendo este o principal meio de locomoção da maior parte dos estudantes. Desta forma, [Nascimento e Lima 2017] apontam ser indispensável a criação de estratégias de divulgação de informação sobre locais, horários e rotas dos ônibus, além de destacar os problemas relacionados a estas informações, quando existem, não serem em tempo real e desatualizadas.

Caronas compartilhadas que visam reduzir os custos de transporte e trazer conforto são tidas, por tempos, como forma de transporte de destaque entre universitários [Vuchic 2007]. Esse fato é corroborado por [Fan et al. 2024] que destacam que os serviços de transporte sob demanda utilizados para caronas compartilhadas têm se tornado cada vez mais populares entre os jovens, especialmente em áreas urbanas onde o transporte público é limitado. Atualmente, as caronas se dão principalmente por meio de aplicativos que conectam motoristas e passageiros, utilizando veículos particulares, vans e outros meios de transporte. As caronas, em particular, permitem que múltiplos passageiros com itinerários semelhantes

compartilhem o mesmo veículo, resultando em uma maior eficiência e redução de custos, além de oferecer flexibilidade e conveniência para os usuários.

Porém, destaca-se que a integração dos serviços de caronas, apesar de ser uma excelente estratégia para aumentar a taxa de ocupação dos automóveis, ainda enfrenta dificuldades relacionadas às rotas dos usuários, que devem ser semelhantes. Em contextos em que as universidades não possuem transporte próprio ou o transporte público é inexistente ou ineficaz, especialmente em localidades onde as rotas não são bem definidas, podem ser uma alternativa válida para os alunos. Contudo, assim como o ônibus, esta forma de locomoção também é afetada pela falta de informação ou de meios que unifiquem os dados facilitando o uso e evitando atrasos frequentes [Vuchic 2007] [Fan et al. 2024].

Com base nas problemáticas apresentadas, relacionadas às tratativas de mobilidade urbana, transporte coletivo, universidade e a falta de informações providas, faz-se necessário analisar como o uso de TICs pode auxiliar na redução do problema. Portanto, surge como **questão de pesquisa (QP)**: “Por que desenvolver um aplicativo de sistema de transporte de passageiros é importante para melhorar a mobilidade urbana e a experiência do usuário?”. [Nassar e Vieira 2017] justificam que a existência desses sistemas proporcionam informações em tempo real e que são importantes para garantir a rapidez e eficiência na tomada de decisão, tornando-se uma vantagem não só para quem utiliza, mas também para quem opera e administra o sistema de transporte público. No ponto de vista da administração, os benefícios podem ser diversos, como a melhoria de utilização de recursos ou maior eficiência, contudo, o principal foco é a redução de custos [Gomes et al. 2018].

Sendo assim, esta pesquisa tem por **objetivo geral** desenvolver um aplicativo móvel para sistema de transporte coletivo de passageiros. Para atingir esse objetivo, têm-se os seguintes **objetivos específicos**: (i) Identificar características de aplicativos de transporte de estudantes de áreas não pertencentes a grandes centros; (ii) Definir os requisitos do *software*; (iii) Desenvolver um aplicativo móvel; e (iv) Avaliar a qualidade do aplicativo.

Além da questão e objetivo geral de pesquisa apresentados, esta pesquisa também pretende responder a seguinte **questão secundária (QS)**: “Que fatores e características devem ser levados em consideração no desenvolvimento de um aplicativo de sistema de transporte de passageiros?”. Essa especialmente para o contexto de transporte comumente usados por estudantes residentes em áreas não pertencentes a grandes centros.

A organização deste trabalho está disposta em sete seções, sendo: A Seção 1 (atual) uma contextualização sobre transporte público e coletivo, problemática, motivação, justificativa, objetivo geral e os específicos, e a estrutura desse documento. Na Seção 2, é destacado o referencial teórico com temas sobre o sistema de transporte público que aborda a falta de investimentos, mobilidade urbana, desenvolvimento urbano, o uso de TIC como resolução de problemas e o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis. Na Seção 3 são apresentados os trabalhos relacionados. Na Seção 4, é detalhado o método e sua aplicação na pesquisa. Na Seção 5, estão descritos os resultados. Na Seção 6 é apresentada a conclusão da pesquisa. E, por último, tem-se a Seção Referências.

2. Referencial Teórico

2.1. Sistema de Transporte Público

O sistema de transporte público é um fator facilitador que possibilita o acesso e a mobilidade aos centros urbanos, universidades, centro culturais, ou seja, a todos os aspectos que influenciam a qualidade de vida como educação, saúde e lazer. Contudo, essa missão não é obtida, muitas vezes, por consequência da falta de investimentos, planejamento e infraestrutura adequada para tal cenário [Silveira e Cocco 2013].

No Brasil, é possível identificar que os sistemas de transporte público estão centralizados nas regiões metropolitanas do país, apesar de possuir uma quantidade considerável, é possível identificar a necessidade de mais investimentos governamentais para a área. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria, é esperado que haja um investimento de R\$ 295 bilhões até 2042 para a melhoria da infraestrutura de mobilidade urbana nas principais regiões do Brasil [CNI 2023].

2.2. Mobilidade Urbana

O conceito de mobilidade urbana refere-se à capacidade relativa de deslocamento de pessoas e bens em uma cidade ou região metropolitana, sendo abrangendo todos os meios de transportes utilizados, desde o transporte público, veículos privados, motocicletas, bicicletas até a caminhada, os quais são de extrema importância para o funcionamento das cidades. Logo, a mobilidade urbana está diretamente ligada ao desenvolvimento e à qualidade de vida das pessoas [Lyons 2018].

[Vasconcellos 2000] já apontava ser imprescindível que os grandes centros urbanos sejam dotados de transportes de cunho coletivo, uma vez que, a arquitetura urbanística de ruas e rodovias já está saturada pelo número elevado de veículos, além do impacto nas condições do transporte e do trânsito ser baseado nas condições das vias.

Em particular, em pequenos municípios, que apesar de não haver essa saturação, as condições socioeconômicas não propiciam aos usuários terem veículos particulares, então os transportes coletivos emergem como alternativa. Essa alternativa também pode ser característica dos grandes centros devido ao aspecto socioeconômico, portanto, segundo [Vasconcellos 2000], a implementação de sistemas eficientes de transporte coletivo não apenas alivia a sobrecarga sobre as infraestruturas, mas também promove a inclusão social e a equidade urbana. Cidades que priorizam o transporte público tendem a observar uma redução nas desigualdades socioeconômicas, permitindo que populações de diferentes classes sociais tenham acesso facilitado a serviços e oportunidades [Araújo et al. 2011].

Os Institutos Federais (IF) e as Instituições de Ensino Superior (IES) promovem a oferta de transporte coletivo para os estudantes se locomoverem até as sedes, enfrentando diversos desafios como atrasos, superlotação e falta de informações sobre os horários e itinerários [Martins et al. 2019]. No entanto, observam-se iniciativas de destinação de recursos do Ministério da Educação (MEC) para investimento em transporte público voltados para as instituições de ensino, como, por exemplo, da criação do Programa Nacional de Apoio ao Transporte Escolar (PNATE) [Brasil 2004] que perdurou de 2004 até 2007, na qual foi normatizada a possibilidade do uso dos veículos de transporte público escolar por estudantes do nível superior [Brasil 2007]. Segundo [Brasil 2017], foi criado um projeto de lei para o apoio da União às redes

públicas na compra de veículos para transporte escolar, desta forma, é notória a existência de uma busca por minimizar problemas a respeito da locomoção dos estudantes às instituições de ensino.

A implementação efetiva de programas educacionais, aliados a um planejamento adequado e melhoria na gestão dos recursos, pode contribuir significativamente para a melhoria das condições e facilidade do acesso ao transporte, promovendo a inclusão e o sucesso acadêmico dos estudantes [Neves, Morche e Anhaia 2011]. Uma das soluções para os problemas relacionados à mobilidade urbana são a aplicação das TICs, no contexto do transporte público no qual permite a visualização em tempo real das rotas disponíveis, assim como o tempo de locomoção e as tarifas. Estas tecnologias permitem ajudar no cotidiano das pessoas, trazendo a informação com acesso rápido e fácil por meio dos dispositivos móveis [Santos e Vasconcelos 2024].

2.3. Uso de Aplicativos Móveis para Mobilidade Urbana

A Internet foi um marco na comunicação mundial que revolucionou o modo como as pessoas interagem, com o avanço das tecnologias, os dispositivos foram se tornando cada vez menores, facilitando o seu manuseio e acesso em qualquer ambiente, com a criação das versões *smartphones* e *tablets*, desta forma este uso se tornou mais comum que os computadores convencionais, sendo até considerado computadores de bolso [Tibes, Dias e Zem-Mascarenhas 2014]. Uma pesquisa, realizada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação, apontou que, aproximadamente 62%, dos usuários de internet no Brasil têm acesso somente pelo celular, esta parcela representa a maior parte dos 149 milhões de usuários do país [CETIC 2019].

Com o uso dos *smartphones* como o principal meio de comunicação, surgem os aplicativos (ou *apps*), que são como atalhos para diversas atividades realizadas durante o dia por estarem sempre de fácil alcance. Portanto, podem-se encontrar aplicativos voltados para diversas áreas como educação, entretenimento, esportes, utilidades e entre outros [Gardner e Davis 2014]. Entre a gama de aplicativos de utilidade com diferentes modelos e variedade de informações, destacam-se os de carona e transporte, sendo este o foco desta pesquisa.

Os aplicativos voltados para geolocalização tem seu destaque, pois possuem a possibilidade de monitoramento e sugestões de rotas, sendo assim, uma ferramenta importante para o planejamento, operação, fiscalização e gestão do transporte urbano [Vieira et al. 2012]. Além disto, com o avanço da tecnologia e o crescimento do sistema de transporte de passageiros, o mercado de desenvolvimento de aplicativos móveis para usuários do transporte público teve uma ascensão, permitindo não só o acompanhamento em tempo real das informações sobre deslocamento e rotas, mas também a possibilidade de receber mensagens/alertas de eventos que ocorrem durante o trajeto [Mckinnon e Fitzpatrick 2013].

Para [Ashuri 2024], Moovit se destaca como um dos aplicativos mais usados, voltado para colaboração de informações em tempo real sobre transporte público nas capitais dos continentes Americanos, Europa e Ásia.

Além do crescimento do transporte coletivo, surgem as viagens compartilhadas. O termo em inglês “*ridesharing*” se popularizou inicialmente entre vizinhos e, posteriormente, teve um grande crescimento com iniciativas que facilitaram seu uso por

meio de aplicativos. Esses serviços são voltados para o compartilhamento de veículos, oferecendo informações detalhadas e praticidade na comunicação entre passageiros e motoristas. O *BlaBlaCar* destaca-se como um dos principais líderes no mercado de viagens compartilhadas entre os aplicativos existentes, com o objetivo de ser uma rede de informações para caronas, reduzindo os custos das viagens e permitindo que, em alguns casos, sejam mais acessíveis do que o próprio transporte público [Hanchuk et al. 2023].

Para o desenvolvimento de sistemas, como os destinados e discutidos na Seção anterior, é fundamental o entendimento das características que compõem um *software* de qualidade, como, por exemplo, funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade [Maia, Gonçalves e Rocha 2020]. No contexto de aplicativos móveis, a qualidade se torna ainda mais crítica devido à sua natureza dinâmica, uso de sensores e interface com o usuário.

2.4. Geolocalização e Sistemas de Rastreamento

O avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e a popularização dos *smartphones* impulsionaram o desenvolvimento de Sistemas Baseados em Localização (LBS, do inglês *Location-Based Services*). Esses sistemas utilizam a geolocalização, frequentemente provida pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS), para fornecer serviços e informações contextualizadas ao usuário com base em sua posição geográfica atual. No cenário da mobilidade urbana, a integração de APIs de mapas e rastreamento em tempo real tornou-se um recurso tecnológico indispensável para a melhoria da experiência de deslocamento [Vieira et al. 2012].

A aplicação da geolocalização no transporte público permite o monitoramento contínuo das frotas e a estimativa precisa dos horários de chegada e partida. Segundo [Nassar e Vieira 2017], a coleta e disponibilização dessas informações em tempo real mitigam a incerteza e o tempo de espera dos passageiros, fatores que afetam diretamente a atratividade e a confiabilidade do transporte coletivo. Além disso, sistemas de rastreamento e aplicativos móveis interativos auxiliam os usuários na tomada de decisão e promovem um ecossistema de transporte mais inteligente e acessível [Santos e Vasconcelos 2024].

2.5. Usabilidade e Experiência do Usuário

A adoção e o sucesso de um aplicativo móvel por parte dos usuários estão intrinsecamente ligados à qualidade de sua interface e à facilidade com que as tarefas podem ser executadas. A usabilidade é classicamente definida pela norma ISO 9241-11 [ISO 2018] como a medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso determinado. Em aplicativos móveis, essas características tornam-se ainda mais críticas devido à natureza dinâmica do uso e às restrições de interface, como, por exemplo, o tamanho da tela [Maia, Gonçalves e Rocha 2020].

Enquanto a usabilidade foca na facilidade de uso e na operação livre de erros, a Experiência do Usuário (UX, do inglês *User Experience*) engloba todos os aspectos da interação do usuário final com o sistema e a satisfação gerada por essa interação [Nielsen e Norman 1998]. Para garantir que um *software* atenda a esses critérios com excelência, metodologias de avaliação empírica devem ser aplicadas.

Uma das ferramentas mais consolidadas na literatura para mensurar a usabilidade de forma rápida, estruturada e confiável é o *System Usability Scale* (SUS), proposto por [Brooke 1996], que, através de um questionário padronizado, permite quantificar a percepção de qualidade do produto e de uso por parte do público-alvo.

3. Trabalhos Relacionados

[Sganzerla e Lummertz 2017] apresentam em “**Direto ao Ponto – App colaborativo do transporte coletivo usando o Firebase**”, Figura 1, o aplicativo “Direto ao ponto”, com objetivo de fornecer informações rápidas e precisas sobre serviços de transporte público, utilizando a localização GPS do dispositivo e as tecnologias Java e Firebase. O aplicativo foi desenvolvido com funcionalidades que permitem o cadastro colaborativo de informações sobre ônibus e táxis, além de oferecer uma interface que facilita a busca e visualização de dados em tempo real.

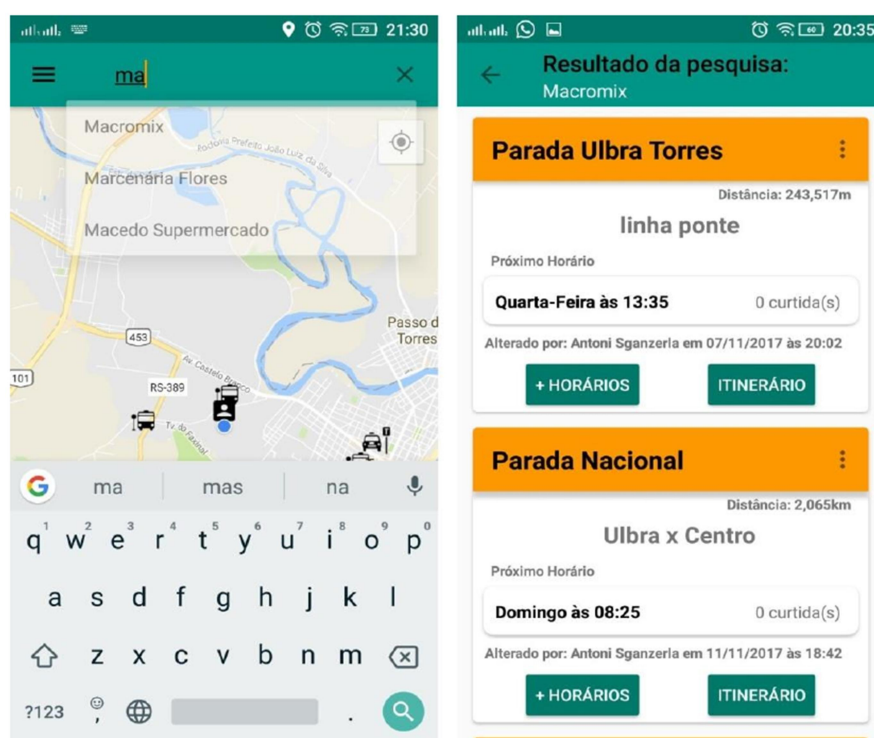


Figura 1. Tela do Aplicativo “Direto no Ponto”. Fonte: [Sganzerla e Lummertz 2017].

[Ferreira, Silva e Nunes 2018] abordam em “**Topin: Aplicativo para melhoria da experiência dos usuários de transporte público de ônibus de Picos**”, Figura 2, o aplicativo “Topin”, que tem como objetivo a melhoria a experiência dos usuários fornecendo informações em tempo real. Apesar de apresentar uma interface focada na usabilidade, o estudo limita-se à apresentação do protótipo e não detalha a arquitetura do *software* ou a pilha tecnológica (*stack*) utilizada no desenvolvimento do *backend* e *frontend*.

No trabalho intitulado “**Mobibus: Aplicativo Móvel de Acompanhamento em Tempo Real Para o Transporte Coletivo**”, [Silva et al. 2018] apresentam o aplicativo “Mobibus”, Figura 3, com objetivo de fornecer informações precisas sobre os horários dos ônibus do transporte coletivo da cidade de Alagoinhas, na Bahia, e, consequentemente, proporcionar melhorias na experiência dos usuários. O aplicativo foi

desenvolvido com as tecnologias HTML5, CSS3 e *Java Script*. Essa escolha tecnológica indica uma abordagem de desenvolvimento voltada para a Web ou formato híbrido, o que favorece a portabilidade da interface entre diferentes sistemas operacionais móveis, ainda que a comunicação com serviços de banco de dados e APIs de mapas não tenha sido aprofundada pelos autores. Para sua avaliação, realizou a aplicação de questionários com respostas dispostas em escala Likert de cinco pontos. Diante das respostas, constataram que 100% dos participantes acharam o aplicativo útil ou muito útil, o que atesta a possibilidade do aplicativo ser utilizado em larga escala.

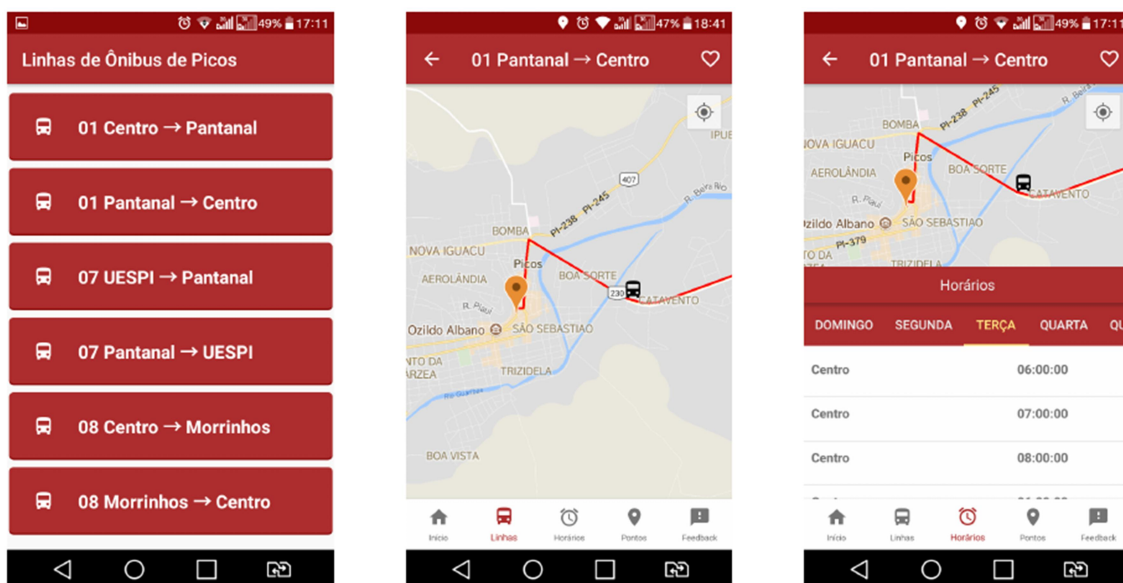


Figura 2. Telas do Aplicativo “Topin”. Fonte: [Ferreira, Silva e Nunes 2018].

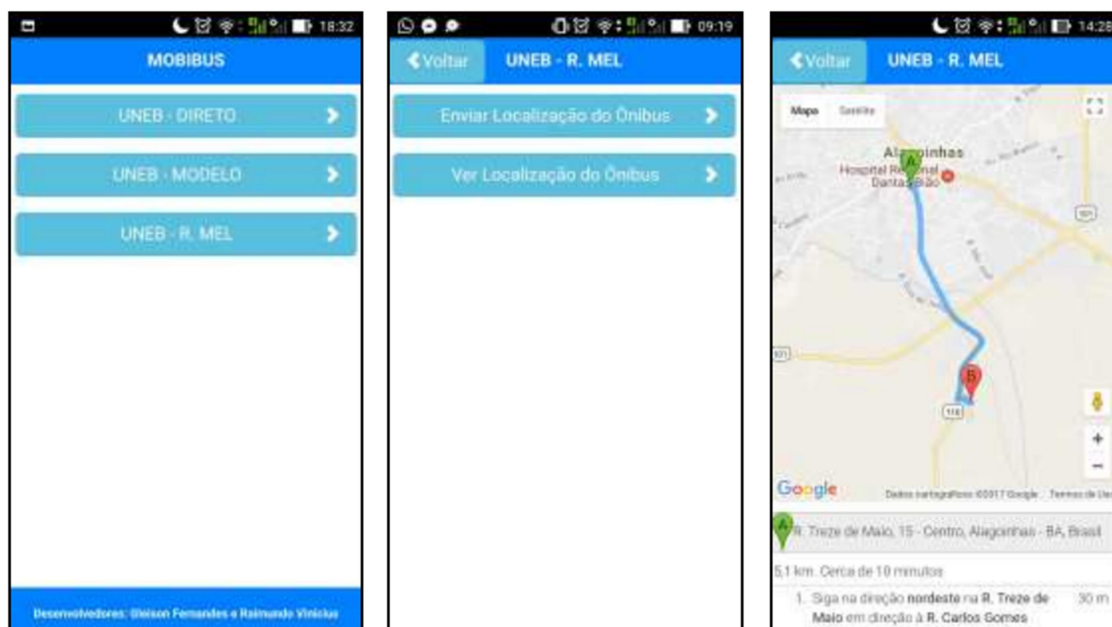


Figura 3. Tela do Aplicativo “Mobibus”. Fonte: [Silva et al. 2018].

Em “**Problemática do transporte no IFRO Campus Ariquemes e o desenvolvimento de um sistema de rastreamento**”, [Quadros e Naves 2023] apresentaram o aplicativo “No Ponto”, Figura 4, uma ferramenta voltada para a

melhoria da mobilidade urbana no Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Campus Ariquemes, sendo um dos trabalhos que apresentaram uma avaliação realizada com o público-alvo, que tem como objetivo aprimorar a mobilidade urbana e colaborar com os acadêmicos vinculados ao IFRO. Utilizaram as tecnologias Flutter e Traccar Server. Do ponto de vista arquitetural, a adoção do *framework* Flutter confere ao aplicativo a capacidade de gerar interfaces nativas a partir de uma base de código única. Já a integração com o Traccar Server demonstra a utilização de uma infraestrutura robusta no *backend*, voltada especificamente para o recebimento, processamento e armazenamento de dados contínuos de geolocalização (*tracking*).

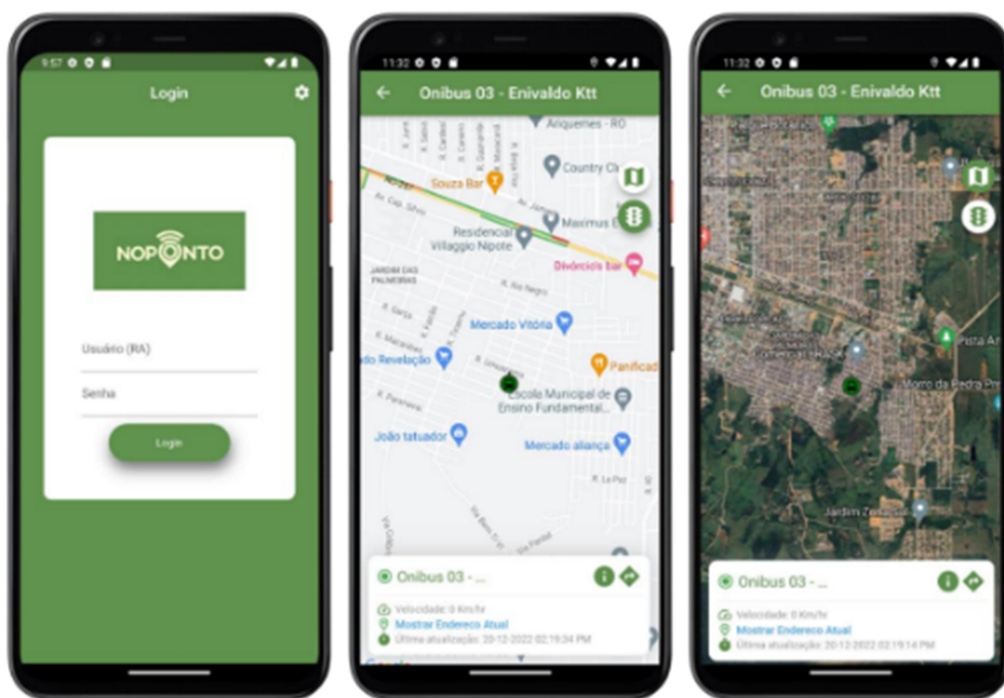


Figura 4. Telas do Aplicativo “No Ponto”. Fonte: [Quadros e Naves 2023]

3.1. Estudo Comparativo

Nos Quadros 1 e 2 apresentam-se as principais características e um estudo comparativo, respectivamente, das ferramentas apresentadas e a pretendida nesta pesquisa.

Os trabalhos possuem como característica central o fato de serem aplicativos móveis, direcionados em especial para Android, que utilizam GPS para captura e envio de informações em tempo real, assim como o trabalho proposto nesta pesquisa. [Sganzerla e Lummertz 2017] utiliza um método colaborativo de compartilhamento de informações. Segundo [Castells 2007], a colaboração de informações, especialmente por meio de comunicação de fluxo livre, permite que cidadãos e pequenos grupos descentralizem informações que geralmente são controladas por grandes instituições. Isso não só promove uma democratização do acesso às informações, mas também fortalece a participação ativa da comunidade no transporte colaborativo.

Apesar dos trabalhos de [Sganzerla e Lummertz 2017] e [Ferreira, Silva e Nunes 2018] possuírem pontos positivos, um fator negativo é a falta de realização de uma avaliação a respeito do aplicativo. Fato realizado por [Quadros e Naves 2023], que

realizaram testes com o público-alvo, porém não informam quais métodos foram utilizados e os resultados obtidos.

Quadro 1. Sobre os Aplicativos

Artigo	Aplicativo	Descrição	Funcionalidades	Público-Alvo
[Sganzerla e Lummertz 2017]	Direto ao Ponto	Aplicativo para fornecer informações rápidas e precisas sobre serviços de transporte público.	Geolocalização, cadastro de pontos de ônibus e táxi, <i>feedback</i> e pesquisa.	Cidadãos do município de Torres no Rio Grande do Sul.
[Ferreira, Silva e Nunes 2018]	Topin	Aplicativo para os usuários do transporte público de ônibus em Picos.	Informação em tempo real, geolocalização, <i>feedback</i> dos pontos cadastrados, favoritar percurso, pontos e horários.	Cidadãos do município de Picos no Piauí.
[Silva et al. 2018]	Mobibus	Aplicativo para fornecer informações precisas sobre os horários dos ônibus do transporte coletivo da cidade de Alagoinhas, na Bahia.	Rastreamento em tempo real, <i>check-in</i> , informações de tempo e reportar erros.	Cidadãos do município de Alagoinhas na Bahia.
[Quadros e Naves 2023]	No Ponto	Aplicativo para os acadêmicos vinculados ao Instituto Federal de Rondônia.	Informação em tempo real, localização dos ônibus, geolocalização e visualização de trânsito.	Acadêmicos vinculados ao Instituto Federal de Rondônia
Esta pesquisa	Transita+	Aplicativo para sistema de transporte de passageiros.	Informação em tempo real, geolocalização, <i>feedback</i> dos serviços prestados, informações de pontos, ônibus e horários.	Acadêmicos da Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade de Serra Talhada.

Quadro 2. Estudo Comparativo dos trabalhos relacionados

Artigo	Aplicativo	Tecnologia	Colaborativo	Avaliação de Usabilidade
[Sganzerla e Lummertz 2017]	Direto ao Ponto	Java e Firebase	Sim	Não foi realizada nenhuma avaliação a respeito do aplicativo.
[Ferreira, Silva e Nunes 2018]	Topin	Não informado	Não	Não foi realizada nenhuma avaliação a respeito do aplicativo.
[Silva et al. 2018]	Mobibus	HTML5, CSS3 e Java Script	Não	Realizou a aplicação de questionários utilizando uma escala Likert de cinco pontos. Diante das respostas, sendo possível constatar que 100% dos participantes acham o aplicativo útil ou muito útil, o que atesta a possibilidade do aplicativo ser utilizado em larga escala.
[Quadros e Naves 2023]	No Ponto	Flutter e Traccar Server	Não	Foram realizados testes com a comunidade do Instituto Federal de Rondônia Campus Ariquemes, não foram informados os métodos utilizados nesta avaliação e quanto os resultados obtidos.
Esta pesquisa	Transita+	Jetpack Compose e Spring Boot	Sim	Experimento de avaliação com perguntas elaboradas com base em características e atributos essenciais de qualidade para aplicativos móveis [Maia, Gonçalves e Rocha 2020].

A presente pesquisa a ser desenvolvida tem como diferenciais: a utilização de um documento de requisitos de *software*, sendo um importante método para levantamento das necessidades, determinação de prazos, modelagem e prototipagem; a realização da

avaliação de usabilidade do aplicativo através de experimento com usuários; e a possibilidade da avaliação da qualidade do serviço de transporte prestado.

Apesar da relevância dos trabalhos relacionados, estes não estão disponíveis em plataformas de aplicativos, entretanto, nesta pesquisa o aplicativo poderá ser baixado e instalado através de sua disponibilização em plataforma de livre acesso.

4. Método

As etapas do método que guiam a realização desta pesquisa são apresentadas na Figura 5.

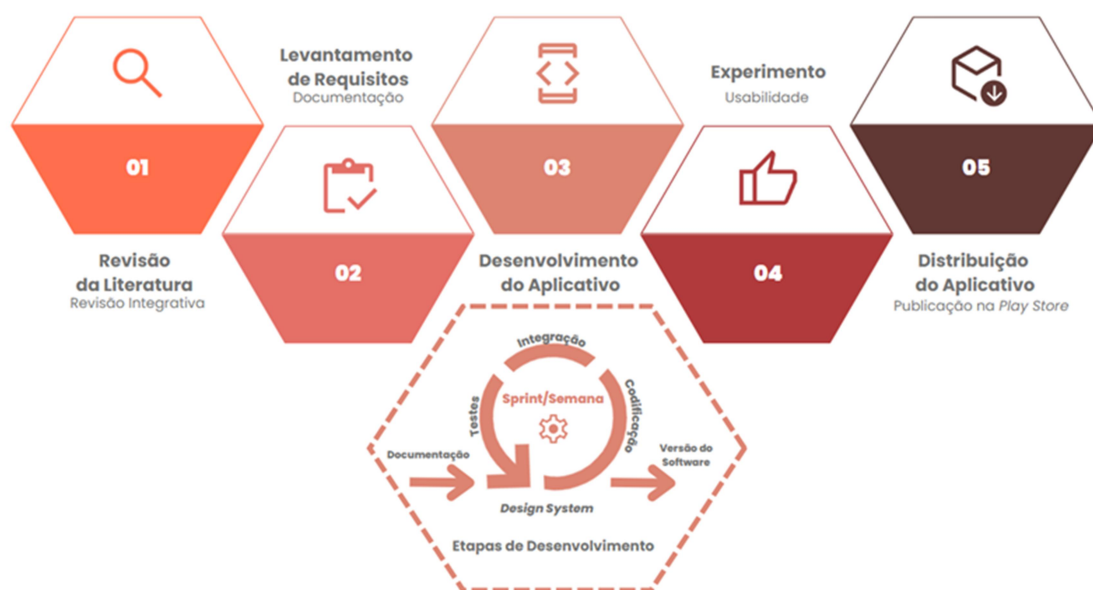


Figura 5. Fluxograma das etapas da pesquisa.

A **primeira etapa** é a revisão da literatura de trabalhos sobre aplicativos de sistema de transporte de passageiros, além da identificação de fatores e características a serem levadas em consideração no desenvolvimento.

[Maia, Gonçalves e Rocha 2020] apontam a possibilidade de, através de um mapeamento sistemático, identificar quais características são mais pertinentes em um aplicativo. Desta forma, utilizar um método que permita uma análise mais abrangente dos trabalhos identificados, é crucial para identificar características importantes, diferente de realizar mapeamentos apenas para obter dados quantitativos.

A revisão integrativa pode ser particularmente útil para explorar as características de qualidade de aplicativos móveis, pois permite a inclusão de uma gama mais ampla de evidências, como estudos qualitativos, quantitativos e mistos, além de diretrizes, normas e documentos técnicos [Whittemore e Knafl 2005]. Isso pode fornecer uma visão mais holística e completa dos fatores que contribuem para a qualidade de um aplicativo móvel.

A revisão integrativa é uma metodologia que permite sintetizar múltiplos estudos publicados e que fornece uma visão abrangente e atualizada do conhecimento disponível. Amplamente utilizada nas áreas da saúde e enfermagem, essa abordagem facilita a incorporação de evidências na prática clínica, a implementação de intervenções eficazes e a identificação de lacunas no conhecimento [Mendes, Silveira e

Galvão 2008]. É essencial que essa metodologia seja aplicada de forma sistemática e rigorosa, envolvendo uma busca criteriosa, avaliação crítica e síntese das evidências disponíveis [Whittemore e Knafl 2005].

De acordo com [Botelho, Cunha e Macedo 2011], a revisão integrativa tem destaque nas ciências sociais aplicadas, embora tenha surgido na área da saúde, este método traz a possibilidade de um profissional de qualquer área, encontrar informações, dados e conhecimentos científicos relevantes no campo da sua pesquisa.

Para [Whittemore e Knafl 2005] [Mendes, Silveira e Galvão 2008], a revisão segue as seguintes etapas: (i) definição da pergunta norteadora; (ii) escolha das fontes de dados e mecanismos de busca; (iii) elaboração das palavras-chave para a pesquisa (*strings* de busca); (iv) estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos; (v) condução da revisão da literatura com base nas fontes de dados selecionadas; (vi) seleção dos estudos de acordo com os critérios estabelecidos; (vii) análise dos trabalhos selecionados; (viii) interpretação dos resultados; e (ix) criação da síntese final dos resultados.

Para guiar essa revisão, será utilizado o paradigma *Goal-Question-Metric* (GQM) [Basili et al. 1994], que visa estruturar a definição de objetivos, perguntas e métricas para a pesquisa. No contexto da revisão integrativa, o objetivo principal é **analisar** fatores e características **com o propósito** de caracterizar funcionalidades e boas práticas, **em relação a** critérios de usabilidade **do ponto de vista** de desenvolvimento **no contexto** de aplicativos de transporte coletivo de estudantes.

Sendo assim, com base nesse objetivo e no paradigma GQM, a seguinte pergunta norteadora da revisão integrativa foi definida: "Quais os aplicativos de localização de transporte coletivo de passageiros são voltados para estudantes?". E, a partir desta, responder à questão secundária estabelecida na pesquisa.

Para esta etapa, tem-se uma busca automática em bases determinísticas como SBC-OpenLib¹, ACM Digital Library², Scopus³, Scielo⁴, IEEE Xplore⁵, Science Direct⁶ e Google Acadêmico⁷, na qual será do tipo revisão integrativa, com as etapas definidas por [Whittemore e Knafl 2005] [Mendes, Silveira e Galvão 2008]. Esta etapa utiliza uma *string* de busca criada da concatenação de palavras com operadores lógicos booleanos AND e OR, aceitos nos mecanismos de busca utilizados.

A busca automática nas bases determinísticas utiliza mecanismos de pesquisa que englobam referências através da indexação de estudos presentes em várias bases de dados, facilitando a busca de forma direta unificando a fonte utilizada na pesquisa.

Para definir a *string* de busca é necessário utilizar um método de formulação que destaque informações relevantes que devem conter na pesquisa. Embora o método Paciente, Intervenção, Comparação e *Outcomes* (PICO) [Pai et al. 2004], seja

¹ www.sol.sbc.org.br

² www.dl.acm.org

³ www.scopus.com

⁴ www.scielo.br

⁵ www.ieeexplore.ieee.org

⁶ www.sciencedirect.com

⁷ www.scholar.google.com.br

comumente utilizado neste processo, seu propósito está voltado para a comparação entre diferentes intervenções, o que não é o objetivo deste estudo.

Desta forma, para a definição da *string* de busca será utilizada a estratégia *Population or Problem, Variables e Outcomes* (PVO), na qual 'P' representa o problema ou fenômeno estudado, 'V' corresponde às variáveis, que podem ser propostas pelo pesquisador ou identificadas como categorias em uma estratégia de pesquisa mais ampla, e 'O' refere-se aos desfechos ou o que se espera responder com a pesquisa [Biruel e Pinto 2011]. Diferentemente do método PICO, o PVO permite uma formulação mais adequada à identificação de características e desfechos específicos, sem a necessidade de comparação entre intervenções.

Para a identificação dos trabalhos a serem analisados, é estabelecido um recorte temporal dos últimos 5 anos (2020 a 2024), com a elaboração de palavras-chaves para a pesquisa em português. Estas palavras-chaves e combinação com a *strings* resultante utilizada na busca automática estão ilustradas no Quadro 3.

Quadro 3. Estratégia PVO

Questão de Pesquisa	Quais os aplicativos de localização de transporte coletivo de passageiros são voltados para estudantes?		
Etapas	Problema (P)	Variáveis (V)	Desfecho (O)
Componentes	Falta de aplicativos específicos para transporte de estudantes em áreas não metropolitanas	Aplicativos de transporte, funcionalidades, acessibilidade, público-alvo (estudantes)	Identificação e análise da adequação dos aplicativos às necessidades dos estudantes
Descritores	transporte universitário, mobilidade estudantil	aplicativo de transporte, <i>software</i> de transporte	acesso ao transporte, impacto na mobilidade estudantil
Combinação	transporte universitário, mobilidade estudantil, transporte público, transporte coletivo	aplicativo(s) de transporte, <i>software</i> (s) de transporte	acesso ao transporte, impacto na mobilidade estudantil
Construção	("transporte universitário" OR "mobilidade estudantil" OR "transporte público" OR "transporte coletivo")	(app* OR aplicaç* OR aplicativo* OR <i>software</i> * AND "transporte público" OR "transporte coletivo" OR "mobilidade urbana")	("acesso ao transporte" OR "impacto na mobilidade estudantil")
String resultante	(app* OR aplicaç* OR aplicativo* OR <i>software</i> *) AND ("transporte público" OR "transporte coletivo" OR "mobilidade urbana") AND ("transporte universitário" OR "mobilidade estudantil")		

Através do uso das palavras-chaves, a seleção dos trabalhos segue os critérios de exclusão e inclusão ilustrados nos Quadros 4 e 5, respectivamente.

Quadro 4. Critérios de Exclusão

Critérios de Exclusão
CE01 – Não estar disponível ou não gratuito
CE02 – Estudos duplicados
CE03 – Não apresentar aplicativo
CE04 – Não estar em idioma português ou inglês
CE05 – Não ser um aplicativo
CE06 – Ser aplicativo para outra finalidade
CE07 – Estudo secundário
CE08 – Modalidade do Trabalho: protocolos, citações, resumo, artigos incompletos, capítulo de livros, dissertações, teses e trabalhos de conclusão de curso
CE09 – Não ter relação com o objeto de estudo

Quadro 5. Critérios de Inclusão

Critérios de Inclusão
CI01 – Abordar aplicativos de transporte coletivo para estudantes
CI02 – Apresentar o aplicativo
CI03 – Apresentar o público-alvo como sendo estudantes

O fluxo de análise dos estudos seguirá as recomendações do método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), Figura 6, com adaptações para destacar a distribuição dos estudos por fonte de dados, o número de estudos retornados, aqueles excluídos com base em critérios específicos e os incluídos na revisão [Moher et al. 2015].

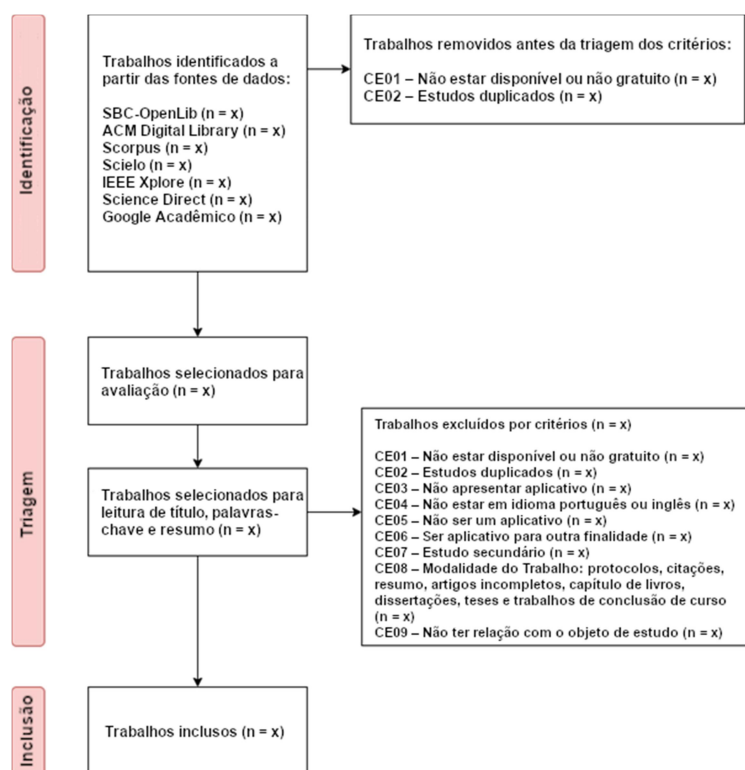


Figura 6. Fluxo PRISMA. Fonte: Adaptado de [Moher et al. 2015].

A **segunda etapa** consiste na documentação de requisitos de usabilidade, na qual será utilizado como base o modelo *USAbility Requirements with Personas and User Stories* (USARP), proposto por [Oliveira, Ferreira e Marques 2020], apresentado na Figura 7.

O objetivo desse método é o levantamento de requisitos de usabilidade por meio da integração de *personas* (etapa 1), extração dos requisitos potenciais (etapa 2), escrita das *User Stories* (etapa 3) e enriquecimento das *User Stories* com os *USAbility Elicitation Patterns* (USEPs) (etapa 4).

O USARP utiliza a criação de representações fictícias baseadas em dados reais de usuários, denominadas *personas*, como forma de identificar necessidades específicas de uso. Para isso, adota o método PATHY, composto por perguntas direcionadas para eliciação de requisitos, que facilita a compreensão dos usuários, considerando o contexto, as experiências, os problemas enfrentados e as necessidades esperadas [Ferreira, Barbosa e Conte 2018]. Nesta pesquisa, o método PATHY será adaptado para

questionar os trabalhos seleccionados na revisão integrativa e a partir destes realizar a criação das *personas* com as características dos aplicativos extraídos na análise.

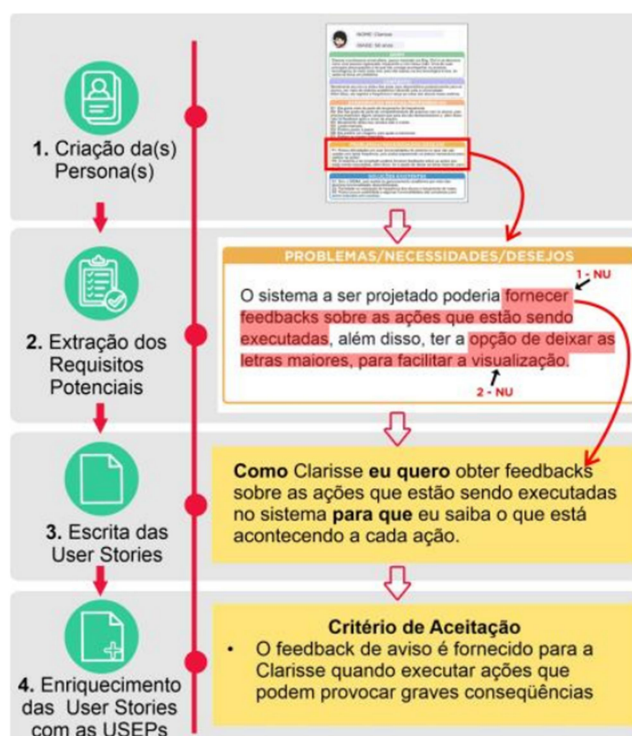


Figura 7. Etapas do Método USARP. Fonte: [Oliveira, Ferreira e Marques 2020].

A partir criação das *personas*, serão extraídos potenciais requisitos de usabilidade que serão divididos em quatro categorias: Necessidade do Usuário (NU), Função do Produto (FP), Solução Técnica (ST) e Experiência (E) [Buisine et al. 2016]. Sendo estes a base para a estruturação das narrativas voltadas para descrever a perspectiva do usuário, denominadas *user stories*, demonstrando de forma clara, objetiva e simples a visão sobre a funcionalidade do sistema, na qual cada *user story* seguirá o formato "Como <persona>, eu quero/desejo <ação/funcionalidade> para que <desejo/objetivo>", permitindo que a visão do usuário seja integrada diretamente ao desenvolvimento do sistema [Cohn 2004].

Com a definição das *user stories*, é necessário garantir que os aspectos de usabilidade sejam devidamente considerados e, para isto, são empregados padrões denominados *USability Elicitation Patterns (USEPs)* [Juristo, Moreno e Sanchez-Segura 2007]. Durante o refinamento das *user stories* serão utilizadas cartas USARP, que fornecem diretrizes organizadas em categorias como, Requisitos de Usabilidade (Conversa), Prototipação, Requisitos de Usabilidade (Cartão) e Mecanismo de Usabilidade.

Dentre essas categorias, destaca-se o uso dos Mecanismos de Usabilidade, também conhecidos como *Functional Usability Features (FUFs)*. Esses mecanismos representam funcionalidades que o sistema pode incorporar para apoiar diretamente a usabilidade percebida pelo usuário, como status do sistema, *feedback*, preferências, ajuda contextual, entre outros. A seleção dos *FUFs* mais apropriados para cada *user story* contribui para a construção de soluções mais eficazes e centradas no usuário.

As cartas USARP, ao organizarem essas diretrizes de forma sistemática, possibilitam a seleção e especificação dos mecanismos de usabilidade mais adequados, assegurando que os requisitos identificados sejam detalhados de forma consistente e compreensível por todos os envolvidos no desenvolvimento [Jeffries 2001].

Por fim, para estruturar e validar os requisitos, o USARP adota os componentes 3C das *user stories*, sendo Cartão, Conversa e Confirmação. Essa abordagem garantirá que os requisitos de usabilidade sejam documentados de maneira clara e integrados às etapas iniciais do desenvolvimento, contribuindo para a qualidade final do sistema. Sendo assim, cada componente possui um objetivo neste processo, a saber [Jeffries 2001]: (i) o Cartão será utilizado para especificar requisitos funcionais e de usabilidade; (ii) a Conversa detalhará as funcionalidades descritas no Cartão; e (iii) a Confirmação definirá critérios de aceitação que validam os requisitos implementados.

A **terceira etapa** do projeto consiste no desenvolvimento do aplicativo, como ilustrado na etapa 3 da Figura 5. O processo de desenvolvimento, iterativo e incremental, baseia-se no *framework* Scrum Solo, adaptado de [Pagotto et al. 2016]. As etapas de desenvolvimento compreendem em: (i) Documentação; (ii) *Design System*; (iii) Codificação; (iv) Integração; (v) Testes; e (vi) Versão do *Software*.

Neste *framework*, o desenvolvimento acontece em *sprints*, ou seja, ciclos curtos de desenvolvimento, que sempre passam por cada etapa até a finalização dos ciclos e entrega da versão proposta [Pagotto et al. 2016].

Na primeira etapa de desenvolvimento, espera-se que a **documentação** inicial, composta pelo levantamento dos requisitos, esteja bem desenvolvida, pois é a partir desta que será iniciado o processo de desenvolvimento e o fluxo das etapas seguintes, devendo ser clara, concisa e atualizada durante todo o processo de desenvolvimento.

Na etapa de **design system**, é garantida a consistência visual e a usabilidade do aplicativo, seguindo uma padronização das telas e dos elementos utilizados, como botões e menus, atendendo diretamente à necessidade do usuário.

Na etapa de **codificação**, são implementadas as funcionalidades do aplicativo, neste ponto são traduzidos os requisitos e o *design* em código-fonte, seguindo padrões de desenvolvimento e critérios pré-definidos, garantindo a qualidade e a manutenibilidade do código.

Em seguida, na **integração**, as diferentes partes do aplicativo, desenvolvidas em componentes separados, são integradas em um aplicativo único e funcional. A integração contínua é uma prática recomendada para garantir que as partes trabalhem juntas, evitando conflitos.

Os **testes** são realizados para verificar se os requisitos definidos são atendidos. As funcionalidades devem estar em consonância com as regras de negócio e retornar o resultado esperado. Testes unitários, de integração e de sistema podem ser utilizados para identificar e corrigir erros e garantir a qualidade do aplicativo.

Na etapa de **versão do software**, ao final de cada ciclo de desenvolvimento (*sprint*), é gerada uma nova versão, sendo um protótipo funcional ou uma versão completa do aplicativo (ao final de todas as *sprints*), com novas funcionalidades e correções de *bugs*.

Além do detalhamento de cada passo, nesta etapa de desenvolvimento, destaca-se a arquitetura utilizada para o aplicativo, a qual foi dividida em duas partes, sendo uma *frontend* com a utilização do *Framework Jetpack Compose* e a outra o *backend* com uso de *Frameworks Spring*. A representação visual da arquitetura está ilustrada na Figura 8, com isto pode ser detalhado cada uma de forma isolada.

Para o *frontend*, tem-se uma arquitetura limpa, tendo sua base nos princípios de *Clean Architecture* [Martin 2017], sendo essa também recomendada pela própria Google, que disponibiliza a plataforma *Android* que será utilizada neste aplicativo. O projeto pode ser dividido em quatro camadas sendo elas: *presentation*, responsável por renderizar a interface gráfica e mediar as interações entre as outras camadas; *domain* responsável pelas regras de negócio e lógica central da aplicação; *data* que gerencia a origem dos dados a serem utilizados na aplicação, *API REST*, Banco de Dados Local ou outras; e, por último, a camada *device* que fornece serviços ou utilitários independentes de contexto, que podem ser utilizados por qualquer camada. Esta parte do projeto irá comunicar-se por meio de *APIs RESTful* a ser detalhado na arquitetura do *backend*.

Também na Figura 8, observa-se que o *backend* utiliza uma arquitetura de micro serviços baseada em [Newman 2021] [Gammelgaard 2020], que possui alguns serviços, a saber: (i) *API Gateway*, sendo este o responsável pelo controle e direcionamento para o serviço necessário; (ii) um servidor de autenticação, responsável pelas permissões e autorizações dos usuários; e (iii) outros serviços que utilizam *Spring Boot*, que realizam uma operação específica para cada necessidade da regra de negócio.

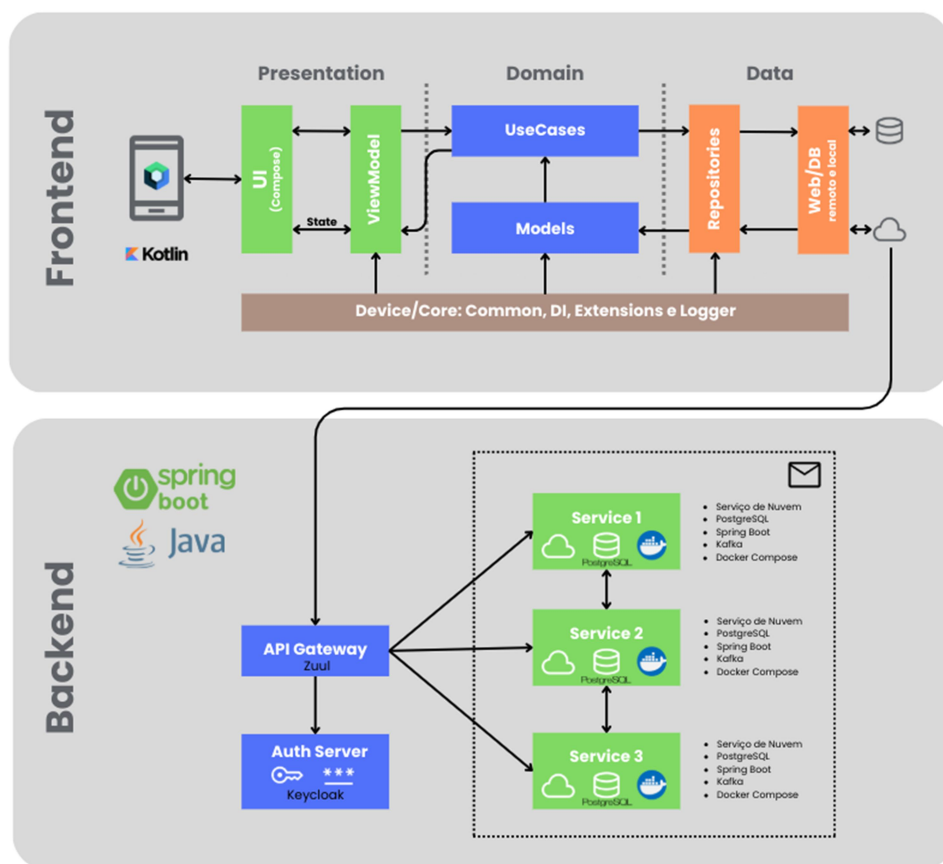


Figura 8. Arquitetura do Aplicativo.

A **quarta etapa** consiste na avaliação do *software*, na qual é dada através de um conjunto de juízes, que após a utilização do aplicativo desenvolvido, fornecem o *feedback* apontando possíveis melhorias por meio de um questionário. São utilizadas afirmações dispostas em um formulário⁸, na ferramenta *Google Forms*, composto de 4 seções: (i) Apresentação e Termo de Consentimento; (ii) Questões de Caracterização do Indivíduo; (iii) Questões de Usabilidade; (iv) Campo para sugestões e atribuição de nota de Experiência Geral; detalhados a seguir.

Nas Seções (i) Apresentação e Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento e (ii) Questões de Caracterização do Indivíduo (Quadro 6), consideram-se as respostas dos juízes, com participação voluntária, e como único critério o de ser usuário dos serviços de transporte coletivo da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), a serem identificados a partir das perguntas de caracterização do indivíduo. Ressalta-se que a coleta e o tratamento dessas informações estão em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) [Brasil 2018], garantindo a privacidade e a segurança dos dados dos participantes, obtenção do consentimento dos participantes, anonimização dos dados e utilização dos dados apenas para fins de pesquisa.

Quadro 6. Questões de Caracterização do Indivíduo.

Questão	Questionamento
Q1	Qual o seu sexo?
Q2	Qual sua faixa etária?
Q3	Qual seu nível de escolaridade?
Q4	Quais são suas experiências anteriores com aplicativos de transporte de passageiros?
Q5	Com que frequência você utiliza aplicativos de transporte?
Q6	Qual a probabilidade de você utilizar um novo aplicativo de transporte?

Na Seção (iii) Questões de Usabilidade, apresenta-se um questionário como experimento envolvendo as interações dos usuários e as respostas das afirmações elaboradas e adaptadas do mapeamento realizado por [Maia, Gonçalves e Rocha 2020], que destacam características essenciais de qualidade de produto e de uso para aplicativos móveis. São características para qualidade de produto: Operabilidade; Estética da Interface do Usuário; Reconhecimento da Adequação; Facilidade de Aprendizagem; Visibilidade da Interface; Confidencialidade; Correção Funcional; e Persistência de Dados. Já para qualidade de uso, tem-se: Eficiência; Efetividade; Utilidade; Prazer / Satisfação; e Completude de Contexto.

As questões selecionadas para compor os instrumentos da presente pesquisa, apresentadas no Quadro 7, são organizadas de maneira positivas afirmativas e foram estabelecidas a partir de critérios de compatibilidade, apresentados por [Maia 2019], conforme caracterização das características de qualidade. Especificamente, consideram-se apenas aquelas questões classificadas com os códigos “T” (totalmente compatível) e “L” (largamente compatível), por apresentarem maior aderência ao contexto de aplicações móveis e considerar a relevância prática das perguntas em relação à proposta do aplicativo desenvolvido nesta pesquisa. Essa seleção busca garantir a pertinência dos itens avaliativos ao domínio da aplicação e à experiência do usuário final, assegurando a validade de conteúdo do instrumento utilizado.

⁸ <https://forms.gle/2RZmHa39yvp2ssjE6>

Quadro 7. Questões de usabilidade classificadas por características.

Questão	Avaliação	Características	Questionamento
Q1	Qualidade de Produto	Operabilidade	O comportamento e aparência da tarefa são consistentes.
Q2		Operabilidade	É fácil operar e controlar o aplicativo para utilizar suas funcionalidades.
Q3		Estética da Interface do Usuário	A aparência da interface do usuário é agradável.
Q4		Reconhecimento da Adequação	Ao usar o aplicativo pela primeira vez, o usuário consegue perceber se ele é adequado para suas necessidades.
Q5		Facilidade de Aprendizagem	É fácil aprender a usar as funcionalidades do aplicativo.
Q6		Visibilidade da Interface	As telas são organizadas de forma que facilitem o rápido entendimento dos textos.
Q7		Confidencialidade	O aplicativo solicita as permissões do usuário antes de usar suas informações.
Q8		Correção Funcional	O aplicativo faz exatamente o que o usuário espera.
Q9		Persistência de Dados	Após possíveis pausas do sistema, o aplicativo armazena as informações de forma adequada. Ex.: Ao minimizar/fechar o aplicativo e voltar os dados são salvos localmente.
Q10		Qualidade da Informação	O aplicativo fornece informações corretas e adequadas para satisfazer as necessidades do usuário.
Q11	Qualidade de Uso	Eficiência	Ao usar o aplicativo, o usuário alcança seus objetivos sem se cansar.
Q12		Efetividade	Ao usar o aplicativo, o usuário alcança seus objetivos de forma correta e completa.
Q13		Utilidade	O aplicativo é útil para que os usuários alcancem os objetivos que os levaram a usá-lo.
Q14		Prazer / Satisfação	O uso do aplicativo é agradável.
Q15		Completeness de Contexto	O aplicativo funciona corretamente em todos os contextos esperados.

Para responder as questões da Seção (iii) Questões de Usabilidade, utilizam-se opções de múltipla escolha em escala Likert [Likert 1932] de cinco pontos, variando de discordância total e concordância total.

Por fim, na Seção (iv) Campo para sugestões e atribuição de nota de Experiência Geral (EG), cada juiz atribui uma nota de 0 a 10, levando em consideração sua experiência com o uso do aplicativo, podendo sugerir melhorias ou fazer comentários livre. A EG representa o sentimento de aceitação subjetiva do usuário em relação ao aplicativo.

A partir das respostas obtidas, identificam-se valores discrepantes que podem distorcer os resultados e levar a conclusões errôneas, estes chamados de *outliers*. A remoção desses é crucial para obter uma visão precisa da média das avaliações dos juízes. Para isso, analisa-se a existência de eventuais *outliers* por meio do gráfico de *boxplot*, utilizado para representar a variação de dados observados de uma variável numérica por meio de quartis, auxiliando na compreensão da variabilidade e das principais características de um conjunto de dados numéricos [Mcgill, Tukey e Larsen 1978].

Com o propósito de verificar a consistência e qualidade das respostas do questionário, tem-se uma análise por coeficiente (α) Alfa de Cronbach (Eq. 1) [Cronbach 1951] [George e Mallery 2003].

[George e Mallery 2003, p. 231] apontam uma relação de qualidade de dados para os valores de α , a saber: $\alpha > 0,9$ é excelente; $\alpha > 0,8$ é bom; $\alpha > 0,7$ é aceitável; $\alpha > 0,6$ é questionável; $\alpha > 0,5$ é ruim; e $\alpha < 0,5$ é inaceitável.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_y^2}{\sigma_x^2} \right) \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo k correspondente a quantidade de questões do questionário; e $\Sigma \sigma_y^2$ representa a variância total do questionário (a soma de todas as variâncias).

Considerando que a pesquisa adota um método prospectivo com coleta de dados por meio de questionário, emprega-se a metodologia do Coeficiente de Validade de Conteúdo (CVC) [Hernandez-Nieto 2002] para avaliar a qualidade do conteúdo dos itens. O cálculo do CVC determina a validade do conteúdo, a partir de uma escala que varia de 0 a 1. Sendo assim, um coeficiente abaixo de 0,80 indica que o conteúdo é inaceitável; de 0,80 a 0,90 é aceitável; e acima de 0,90 é considerado excelente [Hernandez-Nieto 2002].

Segundo [Balbinotti 2005], a proposta inicial de [Hernández-Nieto 2002] sugere que, por conta de uma limitação de ordem estatística, o conjunto de juízes deve ser composto por um mínimo de três e um máximo de cinco. De acordo com [Bauer e Gaskell 2017], uma amostra pequena, mas bem selecionada, é mais significativa para uma análise de conteúdo do que uma grande amostra escolhida ao acaso.

Para calcular o CVC, é necessário realizá-lo em cinco etapas. Primeiro, calcula-se a média das notas de cada item (M_x) com base nas respostas obtidas em escala de 5 pontos. Em seguida, determina-se o CVC inicial para cada item (CVC_i), dividindo a média (M_x) pelo valor máximo possível da pontuação (1 ou 5). O erro (Pe_i) é então calculado para cada item, dividindo-se o valor um (1) pelo número de juízes elevado ao número de juízes, com o objetivo de descontar possíveis vieses. O CVC final de cada item (CVC_c) é obtido subtraindo-se o Pe_i do CVC_i . Por fim, o CVC total do questionário (CVC_t) é calculado para cada categoria, subtraindo-se a média dos CVC_i pela média dos Pe_i [Hernández-Nieto 2002].

Para a avaliação da qualidade do aplicativo, tem-se o SUS que, segundo [Brooke 1996], utiliza um questionário de 10 questões para aferir a usabilidade do sistema, essas alternadas entre afirmativas e negativas, ou seja uma das características do SUS é a de que o questionário utiliza perguntas ímpares escritas na forma afirmativa e pares na negativa. Mas, como as questões desta pesquisa estão dispostas de maneira afirmativo-positiva, inverte-se o valor das respostas das perguntas pares para refletir SUS, ou seja, as respostas com valor 1 (discordo totalmente) será transformada em 5 (concordo totalmente), 2 (discordo) em 4 (concordo), e assim sucessivamente. Com isso, a opinião é inversa caso uma questão estivesse escrita de maneira positivo-negativa.

Desta forma, propondo-se a imparcialidade na análise e comparações para todas as análises que se seguem, serão consideradas as mesmas respostas dos indivíduos utilizadas em SUS. Logo, para a obtenção da pontuação do aplicativo, aplica-se o

algoritmo [Brooke 1996], a saber: (i) nas questões ímpares a pontuação da resposta da pergunta corresponde a posição na escala menos 1; (ii) nas pares a pontuação corresponde a posição na escala subtraída de 5; (iii) em seguida, para cada indivíduo participante, somam-se as pontuações de cada questão e depois multiplica o somatório pela constante K ; e, por fim, (iv) obtêm-se a média das pontuações de todos os indivíduos, sendo essa a pontuação final.

Cabe ressaltar que, apesar do SUS utilizar um fator $K=2,5$, nesta pesquisa o fator é redefinido, uma vez que o valor 2,5 é tido a partir de dez questões (Eq. 2):

$$K = 100 / (n \times 4) \therefore 100 / (10 \times 4) = 2,5 \quad (\text{Eq. 2})$$

Se a quantidade de questões da avaliação (n) for modificada, para atender os princípios de usabilidade definidos nesta pesquisa, um novo valor K deve ser obtido, pois o resultado obtido da multiplicação entre n e a constante de variação máxima da escala (4), não será mais 40 (10×4 após aplicação do algoritmo SUS para questões pares e ímpares), para obtenção da pontuação máxima de 100 pontos.

Como nesta pesquisa a avaliação do aplicativo utiliza 15 perguntas, então o valor K é redefinido a partir da divisão de 100 pelo produto de 15 (número de perguntas) por 4 (constante de variação máxima), resultando em $K \approx 1,67$ ($100 / (15 \times 4)$).

[Bangor, Kortum e Miller 2009] apontam a associação da pontuação final obtida por um *software* a uma escala de conceitos e adjetivos que vai de “pior imaginável” até “melhor imaginável”; e sua pontuação pode variar entre 0 e 100. Essa associação é apresentada na Figura 9.

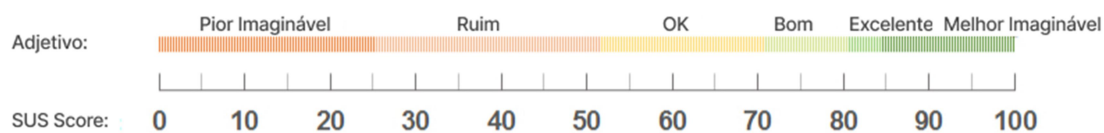


Figura 9. Adjetivação SUS. Fonte: Traduzida e adaptada de [Bangor, Kortum e Miller 2009].

Com o objetivo de avaliar o grau de concordância entre os juízes quanto à adequação das funcionalidades e características do aplicativo, utiliza-se o cálculo de Ranking Médio (RM) proposto por [Machado e Ishitani 2015]. Essa métrica (Eq. 3) considera a frequência das respostas em uma escala de cinco pontos (Likert), permitindo identificar o nível de concordância entre os juízes. Valores de RM inferiores a 3 indicam tendência à discordância, enquanto valores superiores a 3 indicam concordância. Um valor exatamente igual a 3 representa uma posição de neutralidade.

$$RM = \frac{(R1 \times 1) + (R2 \times 2) + (R3 \times 3) + (R4 \times 4) + (R5 \times 5)}{R1 + R2 + R3 + R4 + R5} \quad (\text{Eq. 3})$$

Para avaliar estatisticamente a contribuição do aplicativo no sistema de transporte coletivo, têm-se as verificações, por teste de hipótese, de suposições definidas como nula (H_0) e alternativa (H_1) para a situação definida do ponto de vista de qualidade do aplicativo.

Através dessa, pretende-se avaliar a qualidade do aplicativo, comparando a percepção de EG dos usuários com uma avaliação padronizada (SUS). As hipóteses para esta situação são: H0-S1 – Não há diferença significativa entre as médias das avaliações de EG e SUS; e H1-S1 – Há diferença significativa entre as médias das avaliações de EG e SUS.

SUS é tido para avaliar as qualidades propostas por [Maia, Gonçalves e Rocha 2020]: de produto, de uso e geral, esta última tida pela combinação das duas anteriores.

Com a finalidade de comparar as médias das avaliações a partir da verificação de diferença estatística significativa, tem-se a Análise de Variância (ANOVA), baseada no Teste F. Trata-se de uma técnica estatística utilizada para comparar a distribuição de vários grupos em amostras independentes. É um teste paramétrico aplicado quando o pesquisador deseja realizar comparações simultâneas entre duas ou mais médias, permitindo testar hipóteses sobre médias de distintas populações [Vieira 2006].

Por fim, a **quinta etapa** é a de distribuição do aplicativo por meio da publicação na *Google Play Store*, com automatização vinculada à plataforma Github. A disponibilização do aplicativo e seu código-fonte é sob a licença *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International*⁹, a qual não permite o uso comercial e restringe modificações sem a autorização explícita dos autores ou sem o devido crédito aos criadores. Usuários interessados em colaborar com o desenvolvimento do aplicativo são encorajados a entrar em contato com os autores para discutir possíveis contribuições. Ressalta-se que essa licença foi definida com base nas orientações fornecidas pela *Creative Commons*¹⁰.

5. Resultados

5.1. Revisão Integrativa

A partir da revisão integrativa da literatura, foi possível obter uma síntese dos trabalhos selecionados necessários para as etapas de requisitos, apresentada no Apêndice A.

5.2. Levantamento de Requisitos

O levantamento de requisitos de usabilidade para o aplicativo foi realizado utilizando o método USARP [Oliveira, Ferreira e Marques 2020]. A aplicação deste método iniciou com a criação de personas, que foram elaboradas a partir da síntese dos trabalhos da revisão integrativa da literatura. Em seguida, os requisitos potenciais foram extraídos e transformados em *user stories*, que por sua vez, foram enriquecidas com os *Usability Elicitation Patterns (USEPs)*.

Nesta pesquisa, o método PATHY foi adaptado com o objetivo de compreender o perfil dos usuários e suas necessidades a partir da análise dos trabalhos identificados na revisão integrativa. Ao invés da tradicional coleta com usuários reais, foram analisadas as características dos usuários-alvo descritos nos aplicativos identificados nos artigos selecionados. Essa adaptação permitiu a criação de personas representativas com base em evidências secundárias, respeitando a proposta metodológica da pesquisa e considerando a limitação de acesso a usuários reais durante a fase de levantamento.

⁹ <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en>

¹⁰ <https://chooser-beta.creativecommons.org/>

Com base nos dados extraídos da Tabela de Síntese da Revisão Integrativa (Apêndice A), que engloba aplicativos como ULife, RideUFF, S.T.C., No Ponto e Mioper, foram identificados padrões de uso, funcionalidades recorrentes e o público-alvo, permitindo delinear um perfil de usuário representativo (Figura 10).

NOME: AMANDA SILVA  Idade: 22 anos Localização: Serra Talhada – PE Ocupação: Estudante universitária Curso: Ciências Biológicas Modalidade de transporte: Transporte universitário gratuito e caronas solidárias	QUEM Amanda é uma estudante universitária de 22 anos, bolsista de iniciação científica, que reside na zona urbana de Serra Talhada e depende diariamente do transporte universitário oferecido pela universidade. Participa de projetos de extensão e precisa conciliar horários de aulas, pesquisa e deslocamentos entre a universidade e sua casa. Amanda é proativa e busca constantemente soluções tecnológicas que facilitem sua rotina e tragam maior previsibilidade.
CONTEXTO Amanda utiliza o ônibus universitário para se deslocar até o campus, mas enfrenta dificuldades frequentes com a falta de informação em tempo real, horários imprecisos e pontos de parada mal sinalizados. Por vezes, precisa contar com caronas solidárias organizadas por grupos em aplicativos de mensagens. Já perdeu provas por não conseguir acompanhar mudanças de rota ou atrasos do transporte.	
EXPERIÊNCIAS PRÉVIAS/PREFERÊNCIAS • Tem familiaridade com o uso de aplicativos móveis como WhatsApp, Instagram e Google Maps. • Já utilizou aplicativos de carona (como BlaBlaCar) e de transporte urbano (como Moovit). • Valoriza soluções com acessibilidade, notificações em tempo real e interfaces simples. • Tem receio de aplicativos que exigem conexão constante com a internet, pois em alguns trechos do trajeto o sinal é fraco.	
PROBLEMAS / NECESSIDADES / DESEJOS • Falta de previsibilidade: Não sabe se o ônibus está atrasado ou se a rota foi alterada. • Ausência de informações sobre pontos de parada, horários e lotação. • Caronas são desorganizadas e dependem da comunicação informal em grupos. • É dependente da indicação e conhecimento prévio do condutor, por de ser do sexo feminino e passível de eventuais assédios. • Deseja um aplicativo simples que mostre localização em tempo real do ônibus, previsão de chegada, e que permita avaliar o serviço. • Quer receber alertas de mudanças de rota e mensagens automáticas em caso de atraso. • Deseja que o app funcione mesmo em conexões móveis instáveis. • Busca um sistema confiável e seguro para organizar caronas entre colegas da universidade.	SOLUÇÕES EXISTENTES E USADAS • Utilização de grupos de WhatsApp para combinar caronas e avisar sobre atrasos. • Participação em pesquisas e discussões em sala de aula sobre melhorias no transporte estudantil. • Uso do Google Maps ou GPS apenas como apoio básico para localização. • Testou aplicativos de transporte urbano (como Moovit), mas sentiu que não se adequam ao contexto do transporte universitário local.

Figura 10. Persona desenvolvida com a adaptação da técnica PATHY.

Com o perfil de persona estabelecido, exemplificado pela pessoa de nome fictício Amanda Silva, foram identificados os principais requisitos de usabilidade esperados (Quadro 8).

Com base nos requisitos identificados para a persona, foram elaboradas *User Stories* no formato proposto por [Cohn 2004], que expressam de forma objetiva as funcionalidades desejadas do ponto de vista do usuário (Quadro 9).

Cada *User Story* é associado a um ou mais mecanismos de usabilidade, conforme definidos por [Juristo et al. 2007], permitindo ampliar sua especificação funcional e tornar o requisito claro e verificável do ponto de vista da experiência do usuário. Para garantir que os requisitos estejam incorporados de maneira clara, cada *User Story* é refinada utilizando os componentes 3C, conforme proposto por [Jeffries 2001] (Quadro 10).

Quadro 8. Extração de Requisitos Potenciais.

ID	Categoria	Requisito de Usabilidade Potencial
NU1	Necessidade do Usuário (NU)	Saber onde o ônibus está em tempo real.
NU2	Necessidade do Usuário (NU)	Ser avisada sobre atrasos ou mudanças de rota.
NU3	Necessidade do Usuário (NU)	Obter informações mesmo com internet fraca.
FP1	Função do Produto (FP)	Exibir mapa com localização do ônibus.
FP2	Função do Produto (FP)	Enviar notificações automáticas sobre horários e atrasos.
FP3	Função do Produto (FP)	Permitir avaliar o transporte (ex.: pontualidade, conforto).
ST1	Solução Técnica (ST)	Utilizar geolocalização com atualização em tempo real.
ST2	Solução Técnica (ST)	Implementar sistema de mensagens <i>push offline</i> .
E1	Experiência (E)	Interface intuitiva e leve, que funcione mesmo em celulares simples.
E2	Experiência (E)	Visualização clara dos pontos de parada e horário estimado.

Quadro 9. User Stories com Mecanismos de Usabilidade (USARP).

ID	User Story	Mecanismo de Usabilidade (FUF)
US01	Como Amanda Silva, eu quero visualizar no aplicativo a localização do ônibus em tempo real para que eu possa me planejar e evitar atrasos.	Status do sistema
US02	Como Amanda Silva, eu quero receber alertas sobre atrasos ou mudanças de rota para que eu não perca o transporte e possa tomar decisões com antecedência.	Alerta / <i>Feedback</i> sobre o progresso
US03	Como Amanda Silva, eu quero acessar informações mesmo com conexão instável para que eu não fique no sem informações durante o trajeto.	Execução passo a passo / Preferências
US04	Como Amanda Silva, eu quero usar uma interface simples e clara para que eu não tenha dificuldade em encontrar o que preciso.	Ajuda multinível / Entrada estruturada
US05	Como Amanda Silva, eu quero avaliar a qualidade do transporte para que minha opinião ajude a melhorar o sistema.	Favoritos / Preferências / <i>Feedback</i>

Quadro 10. Estrutura 3C das User Stories (Cartão, Conversa e Confirmação)

ID	Cartão (User Story)	Conversa (Detalhamento)	Confirmação (Critérios de Aceitação)
US01	Como Amanda Silva, eu quero visualizar no aplicativo a localização do ônibus em tempo real para que eu possa me planejar e evitar atrasos.	Amanda quer saber se o ônibus já saiu da garagem, se está a caminho e quanto tempo levará para chegar ao ponto.	O sistema exibe ícone com movimento do ônibus em mapa, atualizando a cada 1 minuto.
US02	Como Amanda Silva, eu quero receber alertas sobre atrasos ou mudanças de rota para que eu não perca o transporte e possa tomar decisões com antecedência.	Amanda deseja ser avisada imediatamente se o ônibus atrasar ou mudar o trajeto, mesmo que esteja com o <i>app</i> em segundo plano.	O sistema envia notificação <i>push</i> com alerta e mensagem clara sempre que houver mudança nos dados do trajeto ou horário.
US03	Como Amanda Silva, eu quero acessar informações mesmo com conexão instável para que eu não fique no sem informações durante o trajeto.	Como há trechos sem sinal, Amanda espera que o <i>app</i> salve previamente rotas e previsões básicas.	O sistema armazena localmente os dados e exibe informações básicas mesmo offline.
US04	Como Amanda Silva, eu quero usar uma interface simples e clara para que eu não tenha dificuldade em encontrar o que preciso.	Amanda tem um celular básico e espera que o <i>app</i> seja rápido, tenha botões com ícones intuitivos e textos objetivos.	O <i>app</i> é carregado em menos de 3 segundos; botões possuem ícones com texto de apoio; textos são legíveis em tela pequena.
US05	Como Amanda Silva, eu quero avaliar a qualidade do transporte para que minha opinião ajude a melhorar o sistema.	Amanda gostaria de avaliar aspectos como pontualidade, conforto e segurança após cada viagem.	Após o uso, o <i>app</i> exibe um <i>pop-up</i> de avaliação com 3 perguntas rápidas (escala de 1 a 5) e um campo opcional de comentário.

A estrutura 3C possibilita que as histórias de usuário sejam tratadas de forma completa e integrada as etapas de desenvolvimento. Ao adotar essa abordagem, garante-se que tanto os requisitos funcionais quanto os de usabilidade sejam representados de maneira compreensível para o desenvolvedor.

5.3. O Aplicativo Transita+

O aplicativo Transita+ foi desenvolvido, em sua versão inicial, como uma ferramenta para apoiar os usuários que fazem uso dos serviços de transporte coletivo na UAST-UFRPE. No aplicativo é possível localizar as paradas do ônibus, listar informações da localização, os horários, filtrar por embarque/desembarque e disponibilização de forma assíncrona para visualização, logo após o primeiro acesso, não sendo necessária conexão com a internet.

Ao abrir o aplicativo pela primeira vez, após o carregamento (Figura 11a), apresenta-se a tela de boas-vindas (Figura 11b), na qual é solicitada a permissão de localização do usuário e podem-se ler algumas informações que descrevem o seu funcionamento. Na versão atual, esta permissão é utilizada apenas para identificar as paradas do ônibus em um raio de 500 metros. Em seguida, tem-se a tela de identificação de paradas (Figura 11c), na qual são listadas as paradas de ônibus mais próximas e as respectivas localizações no mapa.

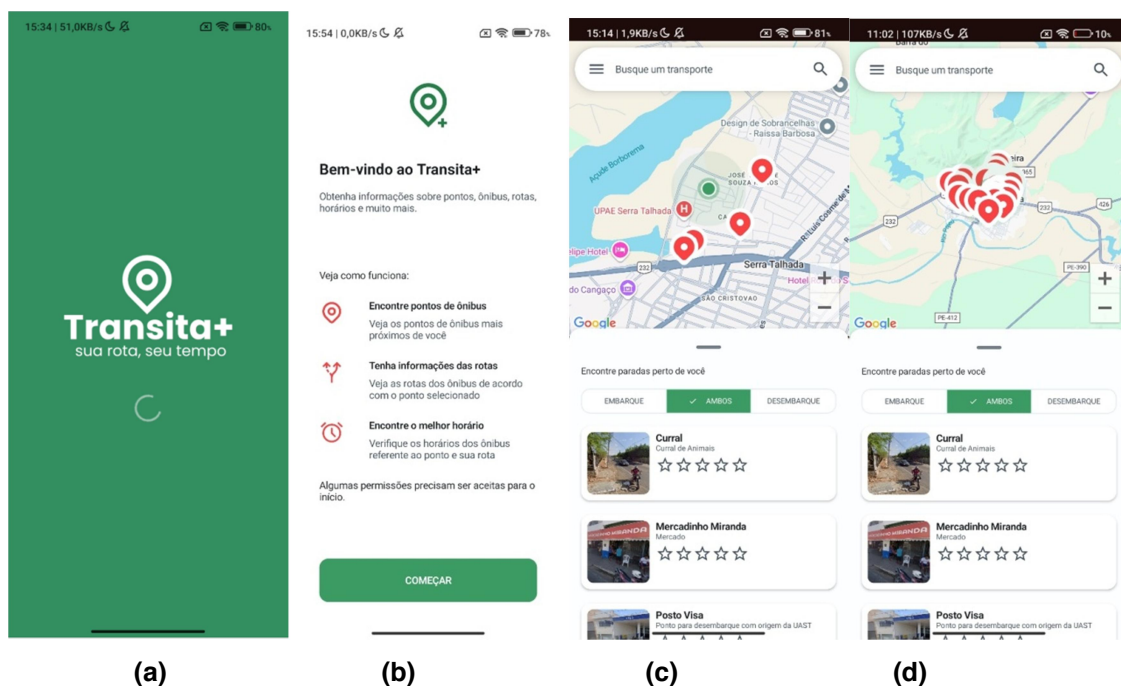


Figura 11. Telas de Transita+: (a) Carregamento; (b) Boas-vindas; (c) Identificação de paradas; e (d) Identificação de parada com zoom reduzido.

O usuário tem a possibilidade de listar mais paradas de ônibus disponíveis, sendo necessário aplicar um efeito de menos zoom no mapa, assim é aumentado o raio de localização e carregado mais pontos (Figura 11b). Este efeito foi desenvolvido com o intuito de dar mais liberdade ao usuário, listando os pontos distantes de sua localização.

Também é possível filtrar as paradas de embarque, desembarque ou ambas. Esta funcionalidade visa facilitar a busca dependendo da necessidade do usuário. Assim que encontrar a parada desejada, o usuário poderá selecionar e visualizar o detalhamento de:

localização, descrição, imagem e horários disponíveis, separados em embarque e desembarque (Figura 12a). Na tela de detalhamento, Figura 12a, também é possível localizar a parada no mapa com um *card* informativo detalhando o próximo horário disponível (Figura 12b).

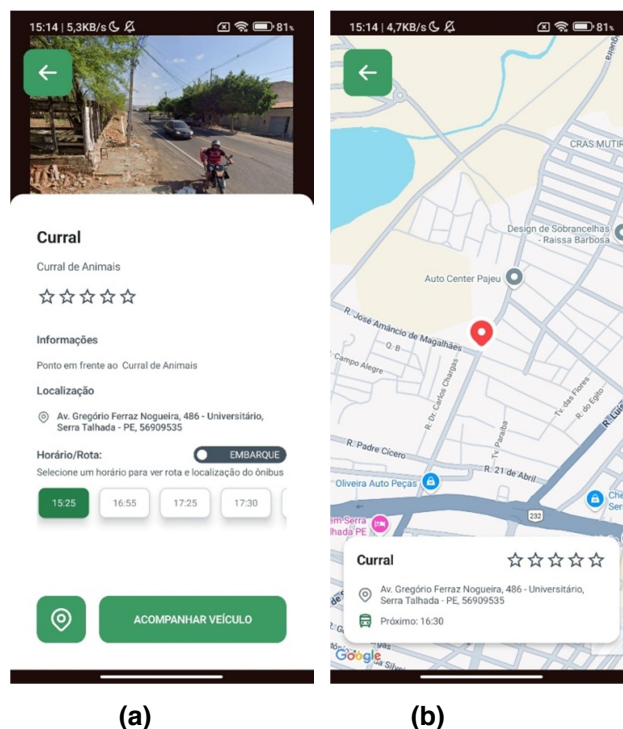


Figura 12. Telas de Transita+: (a) Detalhamento; e (b) Tela de Localização.

Ainda na tela de detalhamento, Figura 12a, a exibição dos horários considera o filtro de embarque/desembarque selecionado, porém podem ser apresentados em tela: os horários que já passaram (vermelho), o atual (verde) e os próximos (branco).

5.4. Avaliação do Aplicativo Transita+

A avaliação do aplicativo Transita+ foi realizada com a participação de cinco juízes, sendo dois participantes que possuem ensino superior completo e três estão cursando o ensino superior. Todos se encontram na faixa etária de 20 a 29 anos, com maioria do sexo masculino (3/5). É possível notar que, em relação à experiência anterior com aplicativos de transporte de passageiros, a maioria relatou utilizar esses serviços ocasionalmente (3/5), enquanto os demais relataram uso raro (2/5). Sobre a probabilidade de utilizarem um novo aplicativo de transporte, dois avaliadores consideraram essa possibilidade "provável", dois a classificaram como "neutra" e um como "pouco provável".

A análise da avaliação do Transita+ é apresentada na Figura 13, por meio do gráfico de *boxplot*. Evidencia-se a concentração das avaliações de EG em valores elevados, com avaliações que variaram entre 8 e 10, com mediana igual a 9, indicando a concentração da maior parte das avaliações entre 9 e 10. Além disso, não foram identificados *outliers*, o que demonstra consistência nas respostas e reforça a percepção positiva sobre a qualidade geral do aplicativo.

Observa-se que as questões da avaliação de usabilidade empregadas são consideradas excelentes ou aceitáveis.

A Tabela 3 apresenta a análise individual de cada item do questionário de avaliação do aplicativo Transita+, considerando a frequência das respostas em escala Likert e o respectivo cálculo do *Ranking* Médio (RM), conforme proposto por [Machado e Ishitani 2015].

Tabela 3. Ranking Médio para as respostas dos juízes

Questão	Características	R1	R2	R3	R4	R5	RM
Q1	Operabilidade	0	0	1	2	2	4,2
Q2	Operabilidade	0	0	1	2	2	4,2
Q3	Estética da Interface do Usuário	0	0	0	1	4	4,8
Q4	Reconhecimento da Adequação	0	0	0	0	5	5,0
Q5	Facilidade de Aprendizagem	0	0	1	0	4	4,6
Q6	Visibilidade da Interface	0	0	1	0	4	4,6
Q7	Confidencialidade	0	0	1	0	4	4,6
Q8	Correção Funcional	0	0	1	2	2	4,4
Q9	Persistência de Dados	0	0	1	1	3	4,4
Q10	Qualidade da Informação	0	0	0	2	3	4,6
Q11	Eficiência	0	0	0	2	3	4,6
Q12	Efetividade	0	0	0	1	4	4,8
Q13	Utilidade	0	0	1	1	3	4,4
Q14	Prazer / Satisfação	0	0	1	0	4	4,6
Q15	Completeness de Contexto	0	0	0	2	3	4,6

De modo geral, todos os itens avaliados obtiveram valores de RM superiores a 4, o que evidencia uma percepção amplamente positiva dos usuários em relação às funcionalidades e à usabilidade do aplicativo.

Destacam-se os itens Q3 (Estética da Interface do Usuário), Q4 (Reconhecimento da Adequação) e Q12 (Efetividade), com os maiores valores de RM, igual ou superior a 4,8, sugerindo forte aprovação quanto ao apelo visual da interface, a capacidade do aplicativo atender às necessidades dos usuários logo no primeiro uso e a efetividade na realização das tarefas propostas. Ainda que o item Q1 e Q2 (Operabilidade) tenha apresentado o menor RM (4,2), este valor permanece dentro da faixa considerada favorável, indicando que, mesmo nos aspectos menos destacados, a experiência do usuário com o Transita+ é satisfatória. Esses resultados reforçam a adequação do aplicativo enquanto ferramenta de apoio ao deslocamento estudantil.

O aplicativo Transita+ obteve a partir do SUS uma nota de 86,7 pontos, classificando de acordo com a escala como “Excelente”. Em relação à nota de EG dos juízes, o valor alcançado é de 92,0. Essas avaliações são apresentadas na Figura 14.

Conforme apontado na Figura 14, as médias das avaliações de EG e SUS são próximas, o que motivou a análise das hipóteses definidas na situação de análise das avaliações da qualidade do aplicativo, (H0-S1 e H1-S1), ou seja, verificar se as médias possuem diferença estatisticamente significativa, por meio do teste ANOVA. A Tabela 4 apresenta o resultado.

A hipótese nula (H0-S1), que afirma não haver diferença significativa entre as médias das avaliações SUS e EG, não é rejeitada com base no *valor-P* = 0,935 ($p > 0,05$), indicando que não existe uma diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos de avaliação, considerando um nível de significância de $\alpha=0,05$. Esse

5.5. Distribuição do Aplicativo

A distribuição de Transita+¹¹ é feita por meio de publicação¹² na *Google Play Store* (Figura 15), porém por necessidade de uma avaliação mais ampla com maior quantidade de usuários testadores, optou-se por não deixar o aplicativo de forma pública. Para contribuições futura, é disponibiliza uma pasta¹³ no Google Drive que contém as versões do aplicativo.

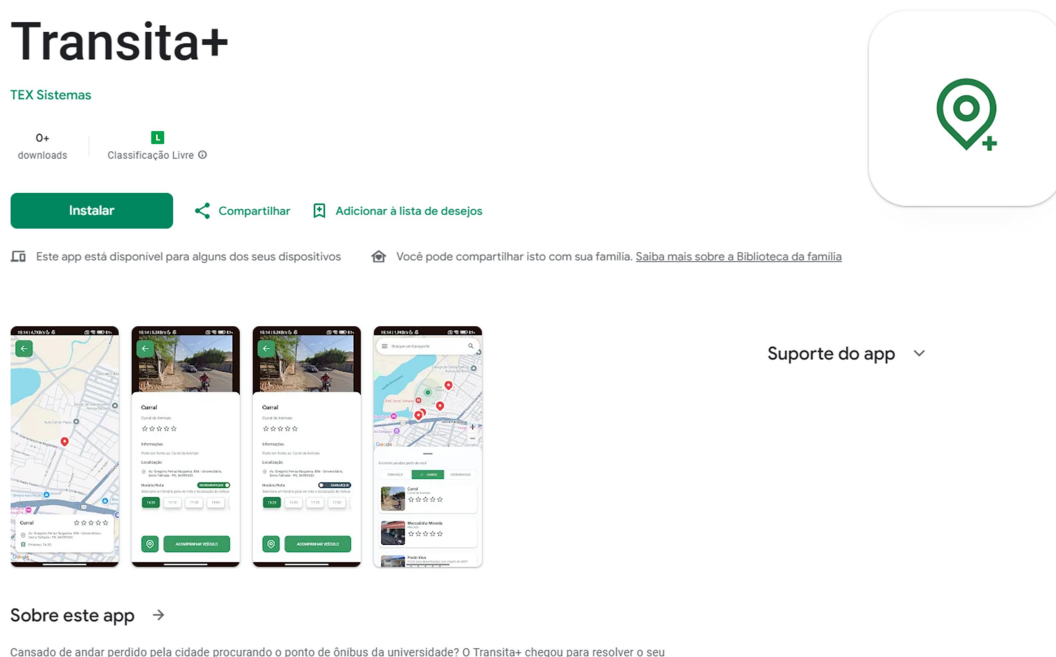


Figura 15. Página de Transita+ na Google Play Store.

Para tornar-se um usuário testador, é necessário se inscrever através do formulário¹⁴ informando seu e-mail, assim será possível acessar a página do *app*.

6. Conclusão

Ao desenvolver um aplicativo voltado para localização de transportes coletivos dedicados, como ferramenta para auxiliar na melhoria diária de deslocamento urbano, é possível notar que é uma solução promissora para o problema da mobilidade urbana, especialmente em áreas não metropolitanas, onde o transporte público é muitas vezes deficiente ou ineficaz.

O aplicativo Transita+ foi criado para atender a essa necessidade, em especial configurado atualmente para o transporte da comunidade universitária da UAST-UFRPE, com o objetivo de fornecer informações em tempo real sobre rotas, horários e disponibilidade do transporte coletivo.

O aplicativo se destaca pela sua capacidade de atender às necessidades dos usuários, como evidenciado pelos resultados da avaliação. A usabilidade e a qualidade

¹¹ <https://github.com/davilnv/br.com.texsistemas.transitamais>

¹² <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.texsistemas.transita>

¹³ <https://drive.google.com/drive/folders/11SPdmljt44YYarkP5g4cJMx0-kLEZm0B>

¹⁴ <https://forms.gle/2RZmHa39yvp2ssjE6>

geral do aplicativo foram consideradas "excelentes" pelos juízes, com uma pontuação SUS de 86,7 e uma média de 92,0 na avaliação de percepção geral (EG). A análise estatística confirma que a percepção dos juízes é estatisticamente semelhante, o que atesta a consistência das avaliações. Esses resultados validam a relevância da aplicação e o seu potencial de impactar positivamente a rotina dos estudantes, facilitando o acesso à informação e otimizando o tempo de deslocamento.

Como desdobramento dos bons resultados alcançados, a avaliação do aplicativo forneceu indicativos valiosos para a sua contínua evolução. Identificou-se, por exemplo, a oportunidade de refinar aspectos ligados à Operabilidade. Embora esse critério tenha obtido um RM bastante favorável (4,2), a meta é elevá-lo ao mesmo patamar de excelência observado na Estética da Interface (4,8) e na Efetividade (4,8). Diante disso, como perspectivas para o futuro do projeto, propõe-se a integração de funcionalidades de caronas compartilhadas, a adaptação da ferramenta para outros contextos universitários e a implementação do monitoramento em tempo real dos veículos. Por fim, a disponibilização pública da aplicação — atualmente restrita a um grupo de colaboradores para avaliação — configura-se como um passo fundamental para validar sua eficácia em larga escala, permitindo a coleta contínua de *feedback* e o aperfeiçoamento iterativo do sistema.

Referências

- ANTP (2026). ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Relatório 2024 – Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP (SIMOB). São Paulo: ANTP, 2026. <https://files.antp.org.br/simob/simob-2024-final.pdf>
- Araújo, M. R. M. D., Oliveira, J. M. D., Jesus, M. S. D., Sá, N. R. D., Santos, P. A. C. D. & Lima, T. C. (2011). Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. *Psicologia & Sociedade*, 23, 574-582.
- Ashuri, T. (2024). Shadowy knowledge infrastructures. *Information, Communication & Society*, 27, 3, 583-599.
- Balbinotti, M. A. A. (2005). Para se avaliar o que se espera: reflexões acerca da validade dos testes psicológicos. *Aletheia*, 1(21), 43-52.
- Bangor, A., Kortum, P. and Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, 4, 3, 114-123.
- Basili, V. R., Caldiera, G. and Rombach, D. H. (1994). The Goal Question Metric Approach. *Encyclopedia of Software Engineering*. John Wiley & Sons. 1, 528–532.
- Bauer, M. W. & Gaskell, G. (2017). Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. Editora Vozes Limitada.
- Biruel, E. P. & Pinto, R. (2011). Bibliotecário um profissional a serviço da pesquisa. In *Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação*. Maceió, Alagoas, Brasil.
- Botelho, L. L. R., Cunha, C. C. de A. & Macedo, M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão E Sociedade*, 5, 11, 121–136.
- Brasil (2004). Lei nº 10.880, de 9 de jun de 2004. Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar - PNATE e o Programa de Apoio aos Sistemas de Ensino para

- Atendimento à Educação de Jovens e Adultos, dispõe sobre o repasse de recursos financeiros do Programa Brasil Alfabetizado, altera o art. 4º da Lei no 9.424, de 24 de dez de 1996, e dá outras providências, <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2004/lei-10880-9-junho-2004-532613-publicacaooriginal-14886-pl.html>
- Brasil (2007). Resolução nº 3, de 28 de mar de 2007. Programa Caminho da Escola. <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/caminho-da-escola/legislacao/ResolucaoCDFNDEn3de28demarode2007.pdf>
- Brasil (2017). Lei de nº, 2017. Altera a Lei n.º 12.816, de 5 de junho de 2013, para permitir que os veículos adquiridos para transporte de estudantes por meio de apoio da União possam ser utilizados para o transporte intermunicipal ou interestadual, conforme regulamentação dos Estados, Distrito Federal e Municípios, https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=BE86E7DB65AD0E7022161BF195C189BB.proposicoesWebExterno1?codteor=1599544&filenome=PL+8619/2017
- Brasil (2018). Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm
- Brooke, J. (1996). SUS: A “quick and dirty” usability scale. In Jordan, P. W., Thomas, B., Weerdmeester, B. A. and McClelland, A. L. (Eds.), Usability Evaluation in Industry. London, Taylor and Francis.
- Buisine, S., Guegan, J., Barré, J., Segonds, F. and Aoussat, A. (2016). Using avatars to tailor ideation process to innovation strategy. *Cognition, Technology & Work*, 18, 583-594.
- Castells, M. (2007). Communication, power and counter-power in the network society. *International journal of communication*, 1, 1, 29-29.
- Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação. (2019). TIC Governo Eletrônico 2019: Órgãos Públicos Federais e Estaduais. São Paulo, SP: CETIC, <http://cetic.br/pesquisa/governo-eletronico/indicadores>
- Cohn, M. (2004). User stories applied: For agile software development. Addison-Wesley Professional.
- Confederação Nacional da Indústria. (2023). Mobilidade urbana no Brasil: Marco Institucional e Propostas de Modernização. Brasília, DF: CNI, <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2023/5/mobilidade-urbana-no-brasil-marco-institucional-e-propostas-de-modernizacao>
- Cronbach, J. L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. In: *Psychometrika*, v.16. n. 3, p. 297-334.
- Fan, W., Yan, X., Sun, Z. and Yang, X. (2024). Novel operational algorithms for ride-pooling as on-demand feeder services. *arXiv preprint arXiv:2411.00787*.
- Ferreira, B., Barbosa, S. and Conte, T. (2018). Creating personas focused on representing potential requirements to support the design of applications. In

- Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, 1-9.
- Ferreira, D., Silva, J. & Nunes, F. (2018). Topin: Aplicativo para melhoria da experiência dos usuários de transporte público de Picos. In *Anais da IV Escola Regional de Informática do Piauí*. 137-142. SBC.
- Gammelgaard, C. H. (2020). *Microservices in .NET Core - Second Edition*. New York. Manning Publications.
- Gardner, H. and Davis, K. (2014). *La generación app: cómo los jóvenes gestionan su identidad, su privacidad y su imaginación en el mundo digital*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Paidós.
- George, D. and Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon. In: Gliem, J. A., Gliem, R. R. (2003). Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales, Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education, The Ohio State University, Columbus, OH, p. 82-88.
- Gomes, A. D. N., Sena, A. D. S., Mariano, D. C. and Rodrigues, E. F. (2018). Routing software utilization to analyze vehicle idleness: case study in a Distribution Center in Suzano. *Independent Journal of Management & Production*, 9, 5, 732–746.
- Hanchuk, O. V., Bondarenko, O. V., Pakhomova, O. V. and Varfolomyeyeva, I. M. (2023). Characteristics of BlaBlaCar as one of the world's ridesharing leaders. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1254, 1, 012133. IOP Publishing.
- Hernández-Nieto, R. A. (2002). *Contributions to Statistical Analysis*. Mérida: Universidad de Los Andes.
- IBGE (2022). *Censo Demográfico 2020: Resultados Preliminares*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022>
- ISO (2018). *ISO - International Organization for Standardization. ISO 9241-11:2018: Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*. Geneva: ISO.
- Jeffries, R. (2001). Essential XP: card, conversation, and confirmation. *XP Magazine*, 30.
- Juristo, N., Moreno, A. and Sanchez-Segura, M. I. (2007). Guidelines for eliciting usability functionalities. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 33, 11, 744-758.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22, 140, 55.
- Lyons, G. (2018). Getting smart about urban mobility—aligning the paradigms of smart and sustainable. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 115, 4-14.

- Machado, M. C. & Ishitani, L. (2015). Heurísticas para avaliação de gameplay direcionadas a adultos mais velhos. *Revista de Sistemas e Computação-RSC*, 5(1).
- Maia, V. C. (2019). Identification of quality characteristics for mobile applications.
- Maia, V., Gonçalves, T. G. and Rocha, A. R. C. (2020). Identification of quality characteristics in mobile applications. In *Proceedings of the XXIII Iberoamerican Conference on Software Engineering (CIbSE'20)*
- Maia, V., Gonçalves, T. and Rocha, A. R. (2020). Quality Evaluation of Mobile Applications. In *Anais Estendidos do XIX Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, 21-30. SBC.
- Martin, R. C. (2017). *Clean Architecture A Craftsman Guide to Software Structure and Design*. London. Pearson.
- Martins, H. S., Lobato, B. C., Rodrigues, C. L. & Praxedes, G. M. (2019). Proposta de Melhorias nos Serviços de Transportes de uma IES Pública por Meio da Caracterização da Mobilidade Urbana dos Discentes. *XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*. Santos, São Paulo.
- Mcgill, R., Tukey, J. W. and Larsen, W. A. (1978). Variations of Box Plots. *The American Statistician*, 32, 12–16.
- McKinnon, I. A. and Fitzpatrick, C. D. (2013). There's an App for That. *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal*, 83, 10, 42.
- Mendes, K. D. S., Silveira, R. C. D. C. P. & Galvão, C. M. (2008). Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & contexto-enfermagem*, 17, 758-764.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M. and Prisma-P Group. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4, 1-9.
- Nascimento, C. A. & Lima, J. P. (2017). O Papel dos Sistemas de Informação Como Ferramenta para Buscar Melhorias na Gestão dos Serviços Prestados ao Usuário do Transporte Coletivo. *Revista Ciências Exatas*, 23.
- Nassar, V. & Vieira, M. L. H. (2017). O compartilhamento de informações no transporte público com as tecnologias RFID e NFC: uma proposta de aplicação. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 9, 327-340.
- Neves, C. E. B., Morche, B. & Anhaia, B. C. D. (2011). Educação Superior no Brasil: acesso, equidade e as políticas de inclusão social. *Controversias e concurrencias latinoamericanas ALAS*. Toluca, México. Vol. 3, n. 4 (ago. 2011), 127-139.
- Newman, S. (2021). *Building Microservices*. Second. California. O'Reilly Media, Inc.
- Nielsen, J. and Norman, D. (1998). The definition of user experience (UX). Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>.
- Oliveira, G. F., Ferreira, B. and Marques, A. B. (2020). USARP method: eliciting and describing USAbility Requirements with Personas and user stories. In *Proceedings of the XXXIV Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES)*, 34, 437-446. Natal. SBC.

- Pagotto, T., Fabri, J. A., Lerario, A. & Gonçalves, J. A. (2016). Scrum solo: Software process for individual development. In 2016 11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 1-6. IEEE.
- Pai, M., McCulloch, M., Gorman, J. D. et al. (2004). Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide. *The National Medical Journal of India*, 17, 2, 86-95.
- Quadros, A. A. & Naves, J. F. (2023). Problemática do Transporte no Ifro Campus Ariquemes e o Desenvolvimento de um Sistema de Rastreamento. *Revista Foco*, 16, 4, e1689-e1689.
- Rocha, A. R., Travassos, G. H., Santos, G. & Reinehr, S. (2017). QPS-Modelo para Avaliação da Qualidade de Produtos de Software: Resultados Iniciais. In *Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS)*, 1-15. SBC.
- Santos, R. M. & Vasconcelos, R. O. (2024). A atuação dos sistemas de transportes inteligentes no transporte público via ônibus impulsionado pelo 5g: uma revisão sistemática. *P2P E INOVAÇÃO*, Rio de Janeiro, RJ, 10, 2, 546-553.
- Sganzerla, A. & Lummertz, R. S. (2018). Direto ao Ponto-App colaborativo do transporte coletivo usando o Firebase. *Conversas Interdisciplinares*, 14, 1.
- Siegel, S. & Castellan Jr, N. J. (2006). *Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento*. Artmed Editora.
- Silva, G., Lima, R., Moreira, I. & Kronbauer, A. H. (2018). Mobibus: Aplicativo Móvel de Acompanhamento em Tempo Real para o Transporte Coletivo. In *Anais do Workshop sobre Aspectos da Interação Humano-Computador na Web Social (WAIHCWS)*, 9, 47-58. Belém. SBC.
- Silveira, M. R. & Cocco, R. G. (2013). Transporte público, mobilidade e planejamento urbano: contradições essenciais. *Estudos avançados*, 27, 41-53.
- Tibes, C. M. S., Dias, J. D. & Zem-Mascarenhas, S. H. (2014). Aplicativos móveis desenvolvidos para a área da saúde no Brasil: revisão integrativa da literatura. *REME-Revista Mineira de Enfermagem*, 18, 2.
- Vasconcellos, E. A. (2000). *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. 3. ed. São Paulo: Annablume.
- Vasconcellos, E. A. (2001). *Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas*. São Paulo: Annablume.
- Vieira, S. (2006). "Análise de variância: ANOVA". São Paulo: Atlas.
- Vieira, V., Salgado, A. C., Tedesco, P., Times, V., Ferraz, C., Huzita, E., Chaves, A. P. and Steinmacher, I. (2012). The UbiBus Project: Using Context and Ubiquitous Computing to build Advanced Public Transportation Systems to Support Bus Passengers. In: *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*, 8, 507-512. São Paulo. SBC. <https://doi.org/10.5753/sbsi.2012.14435>
- Vuchic, V. R. (2007). *Urban transit systems and technology*. New Jersey. John Wiley & Sons.
- Whittemore, R. and Knafl, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of advanced nursing*, 52, 5, 546-553.

- Wilson, N. (2009, September). The role of information technology in improving transit systems. In Transportation@ MIT Seminar, Boston, USA.
- World Bank. (2022). Avaliação da Infraestrutura no Brasil - relatório síntese (Portuguese). Washington, D.C.: World Bank Group, <http://documents.worldbank.org/curated/en/099112023102028949/P174544035f8110650a47d051517afdd09>.

Apêndice A. Síntese dos estudos incluídos na revisão integrativa da literatura

Autor	Título	Objetivo	Método	Resultados
[Silva et al. 2019]	ULift: aplicativo de caronas solidárias para ambientes acadêmicos	Desenvolver um aplicativo mobile chamado ULift para facilitar a oferta e procura de caronas solidárias entre estudantes e funcionários do CEFET-MG - Campus V, visando minimizar os impactos da mobilidade urbana.	O desenvolvimento seguiu etapas de pesquisa e análise de requisitos, projeto, implementação, testes e implantação, utilizando ferramentas como Flutter, Firebase e LucidChart.	O aplicativo ULift foi testado internamente, não foi aplicado avaliação com. Visa melhorar a mobilidade urbana, reduzir a emissão de gases poluentes e facilitar o deslocamento dos estudantes.
[Foesch et al. 2022]	S.T.C: Sistema de Transporte Cooperativo para Deficientes Visuais	Desenvolver um aplicativo, visando auxiliar o processo de transporte de universitários, sendo estudantes deficientes e não deficientes.	Não especificado.	Sistema de Transporte Cooperativo (S.T.C.) é aplicativo que facilita o deslocamento diário de usuários, promove acessibilidade e é útil tanto no contexto universitário quanto fora dele. Oferece opções de caronas e horários de ônibus, com interfaces acessíveis para deficientes visuais.
[Janoto et al. 2023]	MIOPER: Aplicativo Prestador de Serviços para Carona Compartilhada em Transporte Privado Escolar	Desenvolver o aplicativo “Mioper” para otimizar o uso de vans escolares, permitindo caronas compartilhadas e melhorando a acessibilidade ao transporte para alunos, além de oferecer uma fonte de renda adicional para motoristas.	Utilizou-se o <i>design thinking</i> para criar o aplicativo, com ferramentas como Firebase para o banco de dados, Android Studio e <i>Swift</i> para as versões Android e iOS	O aplicativo mostrou-se funcional nos testes, não foi realizada avaliação do <i>app</i> com usuários, contribuindo para a acessibilidade ao transporte escolar e oferecendo uma oportunidade de renda adicional para motoristas, além de reduzir o trânsito e o impacto ambiental.
[Quadros e Naves 2023]	Problemática do Transporte no INFRO Campus Ariqueemes e o Desenvolvimento de um Sistema de Rastreamento	Desenvolver um aplicativo chamado “No Ponto” para melhorar a mobilidade urbana e a segurança dos acadêmicos do IFRO Campus Ariqueemes, permitindo o rastreamento em tempo real dos ônibus.	Utilizou-se a prototipagem evolucionária, envolvendo <i>stakeholders</i> no processo de desenvolvimento. Foram estudadas tecnologias como GPS, GSM/GPRS, e o <i>framework</i> Flutter para criar uma solução multiplataforma.	O aplicativo foi testado e validado, mostrando-se eficaz na redução do tempo de espera e aumento da segurança dos alunos. A solução foi publicada na Google Play Store e já conta com mais de 100 <i>downloads</i> .
[Resende e Cuzzuol 2019]	RideUFF: Desenvolvimento de Aplicativo de Carona Solidária na Universidade Federal Fluminense	Desenvolver um aplicativo de carona solidária para a comunidade da Universidade Federal Fluminense (UFF), visando melhorar a mobilidade urbana, proporcionando economia, conforto, segurança e sustentabilidade.	O aplicativo foi desenvolvido em Android Studio e Firebase para a base de dados. A pesquisa incluiu um questionário aplicado à comunidade acadêmica para coletar dados sobre o interesse.	O aplicativo RideUFF facilita a oferta e busca de caronas entre os membros da UFF, unificando as informações em uma plataforma única. A pesquisa mostrou que 84,4% dos entrevistados utilizariam o aplicativo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela resiliência e força para concluir esta etapa.

Um agradecimento especial e profundo à minha mãe, Aline, por todo o amor, suporte incondicional e por ser a base de tudo ao longo de toda a minha trajetória. À minha esposa, Mariana, por todo o companheirismo, pela paciência infinita e por ser meu porto seguro durante as fases mais intensas da construção deste projeto. Ao meu tio Sérgio, por sempre estar presente e torcer por cada uma das minhas conquistas.

Não poderia deixar de mencionar meus fiéis companheiros de madrugadas de código, Salém e Khaleesi, que trouxeram alegria e leveza aos dias mais tensos de desenvolvimento e escrita.

Aos professores do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação e, em especial, ao meu orientador, Prof. Richarlyson, por toda a paciência, pelas revisões cuidadosas e por todo o ensinamento, ajudando a transformar a ideia de auxiliar a mobilidade dos estudantes em uma aplicação real.

Por fim, agradeço aos amigos e colegas de turma que compartilharam dúvidas, soluções e linhas de código ao longo destes anos.