



FACULDADE PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA
CURSO TECNÓLOGO EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

YURI DE SOUSA ARAÚJO

**OTIMIZAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA EM PARAUAPEBAS ATRAVÉS DE UM
APLICATIVO DE ROTAS DE ÔNIBUS**

PARAUAPEBAS
2025

Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento

Hash SHA256 do PDF original 6a1bb68c8c5c2d50ff26c34b84789922864b265e8a8ce8037a76411a21d0cf7a
<https://valida.ae/e5ed639ce71112d0d3dbe0389a6dfa8c9a1756bafa7745c1d>



YURI DE SOUSA ARAÚJO

**OTIMIZAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA EM PARAUAPEBAS ATRAVÉS DE UM
APLICATIVO DE ROTAS DE ÔNIBUS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA), como parte das exigências do Programa do Curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, para a obtenção do Título de Tecnólogo.

Orientador (a): Prof.^a Esp. Sara Debora Carvalho Cerqueira

PARAUAPEBAS
2025



Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento
Hash SHA256 do PDF original 6a1bb68c8c5c2d50ff26c34b84789922864b265e8a8ce8037a76411a21d0cf7a
<https://valida.ae/e5ed639ce71112d0d3dbe0389a6dfa8c9a1756bafa7745c1d>



A663o

Araújo, Yuri de Sousa.

Otimização da mobilidade urbana em Parauapebas através de um aplicativo de rotas de ônibus / Yuri de Sousa Araújo – Parauapebas / PA: FADESA, 2025.

50f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia – FADESA, Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, 2025.

Orientador: Prof. Esp.: Sara Debora Carvalho Cerqueira.

1. Mobilidade Urbana. 2. Transporte Público. 3. Aplicativo Mobile. 4. Geolocalização em Tempo Real. 5. Tecnologia e Sustentabilidade. I. Cerqueira, Sara Debora Carvalho. II. Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia. III. Título.

CDD 004

Ronald de Jesus Alves Ribeiro
Bibliotecário
CRB - 2/1837

Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento

Hash SHA256 do PDF original 6a1bb68c8c5c2d50ff26c34b84789922864b265e8a8ce8037a76411a21d0cf7a
<https://valida.ae/e5ed639ce71112d0d3dbe0389a6dfa8c9a1756bafa7745c1d>



YURI DE SOUSA ARAÚJO

**OTIMIZAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA EM PARAUPEBAS ATRAVÉS DE UM
APLICATIVO DE ROTAS DE ÔNIBUS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA), como parte das exigências do Programa do Curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, para a obtenção do Título de Tecnólogo.

Aprovado em: 11/06 /2025

Banca Examinadora



Prof.^a Esp. Sara Debora Carvalho Cerqueira
Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia
(Orientador)



Prof. Esp. Antônio Soares da Silva
Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia
(Avaliador)



Prof. Esp. Adriano Louzada Bolas
Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia
(Avaliador)

Data de depósito do trabalho de conclusão ____ / ____ / ____

Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento

Hash SHA256 do PDF original 6a1bb68c8c5c2d50ff26c34b84789922864b265e8a8ce8037a76411a21d0cf7a
<https://valida.ae/e5ed639ce71112d0d3dbe0389a6dfa8c9a1756bafa7745c1d>



YURI DE SOUSA ARAÚJO

**OTIMIZAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA EM PARAUAPEBAS ATRAVÉS DE UM
APLICATIVO DE ROTAS DE ÔNIBUS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA), como parte das exigências do Programa do Curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, para a obtenção do Título de Tecnólogo.


Yuri de Sousa Araújo
(Discente)


Prof. Esp. Antônio Soares da Silva
(Coordenador do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas)



RESUMO

A mobilidade urbana representa um dos principais desafios enfrentados por cidades em expansão acelerada, como Parauapebas, no sudeste do Pará. O crescimento populacional impulsionado pela atividade mineradora gerou um aumento expressivo na demanda por transporte público eficiente, revelando a carência de planejamento urbano e de soluções tecnológicas integradas. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo móvel denominado *Rotas Parauapebas*, voltado à otimização do transporte coletivo por meio da disponibilização de informações em tempo real sobre localização de ônibus, paradas, itinerários e horários estimados de chegada. A proposta busca reduzir os impactos da dependência de automóveis particulares, minimizar os tempos de espera e tornar os deslocamentos mais previsíveis, acessíveis e sustentáveis. O aplicativo foi desenvolvido utilizando o framework Flutter, linguagem Dart e integração com a API do Google Maps, o que permitiu a criação de uma interface moderna, intuitiva e responsiva. A metodologia utilizada foi a ágil SCRUM, que possibilitou o planejamento iterativo, entregas incrementais e validações frequentes com usuários reais. Durante os testes, foram avaliados aspectos como desempenho, compatibilidade com dispositivos Android de diferentes configurações, acessibilidade digital e compreensão da interface por usuários com diferentes níveis de familiaridade com tecnologia. Os resultados demonstraram a eficácia da solução proposta, tanto do ponto de vista técnico quanto social, ao oferecer uma ferramenta que contribui para a democratização do acesso ao transporte público, especialmente em bairros periféricos com baixa cobertura de serviço. Além disso, o estudo reforça a importância do uso de tecnologias emergentes — como geolocalização em tempo real, análise de dados e sistemas inteligentes — como instrumentos viáveis para a melhoria da qualidade de vida urbana e para a construção de cidades mais conectadas e eficientes. O *Rotas Parauapebas* se consolida, portanto, como uma solução prática, de baixo custo e com alto potencial de impacto, podendo ser replicada em outras cidades com contextos similares. A aplicação representa não apenas uma inovação técnica, mas também um avanço social, ao promover inclusão digital, equidade no acesso ao transporte e sustentabilidade no ambiente urbano. Adicionalmente, espera-se que o sistema possa contribuir com o poder público local, oferecendo dados estratégicos para aprimorar a gestão do transporte coletivo e fomentar políticas públicas mais eficazes e inclusivas, alinhadas com os princípios da mobilidade urbana inteligente. O projeto também serve como referência para iniciativas futuras que busquem integrar tecnologia e cidadania, aproximando o usuário das soluções urbanas e incentivando o uso de ferramentas digitais para transformar a realidade urbana de forma prática, escalável e participativa.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana, Transporte Público Inteligente, Aplicativo Mobile, Geolocalização em Tempo Real, Tecnologia e Sustentabilidade.



ABSTRACT

Urban mobility is one of the main challenges faced by rapidly expanding cities such as Parauapebas, located in southeastern Pará, Brazil. The population growth driven by mining activities has significantly increased the demand for efficient public transportation, revealing deficiencies in urban planning and a lack of integrated technological solutions. In this context, this study aims to develop a mobile application named *Rotas Parauapebas*, designed to optimize public transportation through the real-time delivery of information on bus locations, stops, routes, and estimated arrival times. The proposal seeks to reduce the negative impacts of dependence on private vehicles, minimize waiting times, and make commuting more predictable, accessible, and sustainable. The application was developed using the Flutter framework, the Dart programming language, and integration with the Google Maps API, enabling the creation of a modern, intuitive, and responsive interface. The project adopted the agile SCRUM methodology, which allowed for iterative planning, incremental deliveries, and frequent validation with real users. During the testing phase, key aspects such as performance, compatibility with various Android devices, digital accessibility, and ease of use for users with different levels of technological familiarity were assessed. The results demonstrated the effectiveness of the proposed solution from both a technical and social perspective, offering a tool that contributes to the democratization of public transport access, particularly in underserved peripheral neighborhoods. Furthermore, the study reinforces the importance of using emerging technologies — such as real-time geolocation, data analysis, and intelligent systems — as viable tools for improving urban quality of life and building more connected and efficient cities. *Rotas Parauapebas* is therefore established as a practical, low-cost solution with high potential impact, capable of being replicated in other cities with similar realities. The application represents not only a technical innovation but also a social advancement, by promoting digital inclusion, equitable access to transportation, and urban sustainability. Additionally, the system is expected to assist local public authorities by providing strategic data to improve public transportation management and foster more inclusive and effective public policies aligned with the principles of smart urban mobility. This project may also serve as a reference for future initiatives seeking to integrate technology and citizenship, bringing users closer to urban solutions and encouraging the use of digital tools to transform cities in a practical, scalable, and participatory manner.

Keywords: Urban Mobility, Smart Public Transport, Mobile Application, Real-Time Geolocation, Technology and Sustainability.



LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Matriz SWOT – Análise de Viabilidade do Projeto.....	27
Figura 2 – Tela de cadastro do usuário	34
Figura 3 – Tela de login do usuário	35
Figura 4 – Tela de idiomas.	36
Figura 5 – Tela com os pontos de ônibus próximos no aplicativo.	38
Figura 6 – Visualização da localização atual do usuário no mapa.	39
Figura 7 – Visualização de parada selecionada no mapa.	40
Figura 8 – Visualização do Menu de ônibus disponíveis.	41
Figura 9 – Visualização da rota feita por determinada linha.....	42
Figura 10 – Lógica de exibição das paradas de ônibus e simulação da movimentação dos veículos.....	43
Figura 11 – Fluxo funcional simplificado do sistema.....	44
Figura 12 – Arquitetura do sistema Rotas Parauapebas	45



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E MOBILIDADE URBANA.....	12
2.1 Tecnologias emergentes para a mobilidade urbana	14
2.2 Gestão de mobilidade urbana	15
2.2.1. Análise de dados para otimização do transporte	17
2.2.2. Gestão integrada de frotas	19
2.3 Desafios e perspectivas para a mobilidade urbana em Parauapebas	21
2.3.1. Infraestrutura e acesso à tecnologia	21
2.3.2. Perspectivas para a melhoria do transporte público	22
2.3.3. Planejamento Estratégico e Colaboração	23
3. METODOLOGIA.....	25
3.1 Método de Pesquisa.....	25
3.2 Método de Desenvolvimento do Projeto - SCRUM	26
3.3 Planejamento e Análise de Viabilidade.....	26
3.4 Garantia de Qualidade	28
3.5 Aspectos Éticos.....	28
3.6 Critérios de inclusão e exclusão	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES – APLICATIVO (ROTAS PARAUAPEBAS) .	31
4.1 Análise de requisitos	32
4.1.1. Requisitos Funcionais.....	34
4.1.2. Requisitos Não Funcionais	37
4.2 Funcionalidades da aplicação	38
4.3 Tecnologias utilizadas	43
4.4 Plataforma de desenvolvimento	44
4.5 Visão geral da ferramenta	45
4.6 Testes e resultados	46
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS.....	49



1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um dos maiores desafios das cidades contemporâneas, especialmente em regiões de crescimento acelerado como a Amazônia. Parauapebas, situada no sudeste do Pará, ilustra de maneira marcante essa realidade. Impulsionada pela mineração, a cidade tem experimentado um expressivo crescimento populacional e econômico, o que gera uma demanda crescente por infraestrutura urbana – sobretudo no setor de transporte – impactando diretamente a qualidade de vida dos moradores.

Segundo Carvalho (2016), a atividade mineradora atrai milhares de trabalhadores, impulsionando o crescimento urbano de Parauapebas. Contudo, esse aumento populacional não foi acompanhado por investimentos proporcionais no sistema de transporte público. A carência de um serviço eficiente, aliada à falta de informações precisas sobre rotas, horários e localização dos ônibus, resulta em longos períodos de espera e força muitos cidadãos a optarem por veículos particulares. Essa situação evidencia a necessidade urgente de repensar os sistemas de transporte, alinhando-os com inovações tecnológicas que têm transformado cidades ao redor do mundo.

A Prefeitura de Parauapebas (2023) ressalta que o transporte público local enfrenta desafios críticos, em grande parte devido à ausência de integração tecnológica. Sem a disponibilização de dados em tempo real, os usuários se deparam com atrasos e imprevistos que dificultam o planejamento de suas atividades diárias. Essa deficiência não só compromete a produtividade dos trabalhadores, como também amplia a disparidade social, considerando os elevados custos e os impactos ambientais decorrentes do uso intensivo de veículos particulares.

Nesse contexto, a integração entre tecnologia e mobilidade se mostra indispensável. Estudos recentes, como os de Gomes et al. (2024), demonstram que a adoção de sistemas inteligentes no transporte público pode transformar significativamente a experiência dos usuários. O emprego de dados em tempo real para monitorar e divulgar informações sobre rotas e horários tem o potencial de tornar o serviço mais ágil, previsível e seguro, contribuindo para a construção de um ambiente urbano mais organizado e sustentável.



Ademais, o crescimento acelerado das cidades impõe desafios estruturais que demandam adaptações constantes e inovações nos sistemas de transporte. Em diversas localidades brasileiras – especialmente naquelas fortemente dependentes da mineração e de outras atividades extrativistas – o desenvolvimento econômico não é acompanhado por um planejamento urbano eficaz, o que gera gargalos que prejudicam a circulação de pessoas e limitam a oferta de serviços de qualidade. Assim, a modernização do transporte público, aliada à incorporação de soluções tecnológicas, revela-se essencial para promover a inclusão social e elevar a qualidade de vida dos cidadãos.

Diante desse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução tecnológica voltada para a otimização da mobilidade urbana em Parauapebas. A proposta central consiste na criação de um aplicativo que forneça informações atualizadas em tempo real sobre o transporte público, abrangendo horários, rotas e eventuais alterações no serviço. Essa ferramenta pretende aumentar a confiabilidade do sistema, incentivar o uso do transporte coletivo e reduzir os impactos causados pelo tráfego de veículos particulares.

O objetivo geral deste estudo é aprimorar a eficiência, a acessibilidade e a sustentabilidade do transporte público, diminuindo a dependência de automóveis particulares e promovendo uma mobilidade mais organizada e inclusiva. Para tanto, o trabalho busca identificar as principais deficiências do sistema atual, definir funcionalidades essenciais que respondam às necessidades dos usuários e desenvolver uma interface intuitiva que facilite o acesso às informações. Tais ações são fundamentais para que o aplicativo se torne uma ferramenta eficaz e de ampla utilidade para a população de Parauapebas.

Em síntese, a escolha do tema fundamenta-se na urgente necessidade de repensar os modelos tradicionais de transporte urbano. A ineficiência do sistema compromete o acesso a serviços essenciais e restringe o desenvolvimento socioeconômico, justificando o investimento em tecnologias inovadoras que promovam a integração e a modernização dos serviços de mobilidade. Dessa forma, a integração entre tecnologia e mobilidade se apresenta como uma estratégia indispensável para enfrentar os desafios atuais, oferecendo uma alternativa viável e moderna para o transporte urbano em regiões em crescimento acelerado.



2. EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E MOBILIDADE URBANA

O avanço tecnológico sempre desempenhou um papel fundamental na transformação das cidades, influenciando diretamente os processos de urbanização e a qualidade de vida da população. No contexto da mobilidade urbana, a tecnologia se destaca como um elemento essencial para otimizar o transporte e melhorar o fluxo de pessoas e mercadorias. Em Parauapebas, cidade localizada no sudeste do Pará e marcada por um crescimento acelerado, a mobilidade urbana enfrenta desafios críticos, exacerbados pela rápida expansão decorrente da mineração e pela falta de infraestrutura adequada (Carvalho, 2016).

Desde a Revolução Industrial, o desenvolvimento tecnológico impulsionou a forma como as cidades cresceram e como as pessoas se deslocavam. Inovações como a máquina a vapor e a eletrificação permitiram o desenvolvimento de sistemas de transporte que facilitaram a expansão urbana e a integração de áreas periféricas. Na segunda metade do século XX, a Revolução Digital trouxe uma nova perspectiva para o transporte urbano, com o surgimento de tecnologias que possibilitaram a comunicação em tempo real e a automação de processos.

Segundo Gomes e Paiva Júnior (2024, p. 7):

No final de 2013, foi idealizado o aplicativo CittaMobi ao se pensar nessa tecnologia como instrumento facilitador da mobilidade urbana com uso no transporte público. Como a Citta já dispunha da localização dos ônibus em tempo real, a criação do aplicativo para o usuário do transporte se mostrava plausível e viável para a empresa. Outra solução desenvolvida foi o SmartCitta, uma ferramenta que contempla o órgão gestor do transporte. Ele permite que o órgão gestor converse com o centro de controle operacional (CCO) da empresa de ônibus, que possibilita o envio de notificações aos usuários do CittaMobi, avisando sobre desvios, acidentes, atrasos generalizados e outras informações úteis para o usuário do ônibus como transporte público.

Em Parauapebas, o crescimento populacional impulsionado pela mineração aumentou a demanda por transporte público, porém a infraestrutura disponível não acompanhou esse crescimento. A falta de informações precisas e em tempo real sobre o transporte público, como horários e localização dos ônibus, resulta em uma baixa eficiência do sistema, levando muitos moradores a optar pelo transporte individual, o que aumenta os congestionamentos e os níveis de poluição. De acordo com o Plano de Mobilidade Urbana do município, aprovado em 2023, um dos principais objetivos é



integrar tecnologias para otimizar o transporte coletivo e reduzir os problemas de mobilidade (Prefeitura de Parauapebas, 2023).

O desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias, como aplicativos para dispositivos móveis, têm ajudado a transformar a forma como os cidadãos interagem com os serviços de transporte público, facilitando o planejamento de viagens e aumentando a previsibilidade dos horários de ônibus.

Conforme Santos et al. (2022, p. 27):

A disponibilidade de informações quanto ao itinerário, ao horário, à localização em tempo real do veículo e à chegada estimada são informações que só somarão ao sistema se forem passadas de forma precisa e verdadeira.

Essas ferramentas tecnológicas são essenciais para incentivar o uso do transporte coletivo e reduzir a dependência de veículos particulares. Assim, a adoção de tecnologias da informação e comunicação no sistema de transporte público pode melhorar a eficiência e a qualidade do serviço, promovendo um ambiente urbano mais sustentável e acessível para todos.

Além disso, a evolução tecnológica permitiu a introdução de sistemas de monitoramento e gestão de frotas, que são fundamentais para o transporte público moderno. O uso de sensores conectados e sistemas de análise de dados em tempo real proporciona uma visão mais precisa da operação dos ônibus, permitindo ajustes para melhorar a eficiência.

Segundo Araújo et al. (2011, p. 18):

O SIT foi implantado na cidade para promover a ligação entre as zonas Norte e Sul, permitindo aos usuários a utilização de praticamente todas as linhas com o pagamento de uma tarifa única, o que aumenta substancialmente a mobilidade e a acessibilidade dos usuários.

Essas iniciativas são exemplos claros de como a tecnologia pode ser uma aliada importante na melhoria da mobilidade urbana, sobretudo em cidades que enfrentam desafios como Parauapebas. A gestão inteligente de recursos e a oferta de informações em tempo real são fundamentais para tornar o transporte público mais atraente e eficaz, contribuindo para uma mobilidade mais equitativa e sustentável.



2.1 Tecnologias emergentes para a mobilidade urbana

A incorporação de soluções digitais no setor de mobilidade urbana apresenta um potencial transformador para o transporte público, conforme apontado por Kato et al. (2016). Estudos de caso em Belém-PA evidenciam que a implementação de sistemas de informação integrados – capazes de reunir dados operacionais em tempo real, tais como horários, itinerários e condições de serviço – pode suprir deficiências na precisão dos dados e, conseqüentemente, melhorar a eficiência do transporte coletivo. Tecnologias que envolvem geolocalização e análises avançadas (inclusive com o apoio da Inteligência Artificial) possibilitam ajustes dinâmicos na operação dos ônibus, contribuindo para a redução dos tempos de espera e o aprimoramento da experiência dos usuários. Tais inovações se mostram essenciais para cidades que enfrentam desafios semelhantes aos de Parauapebas, onde a gestão inteligente dos recursos pode resultar em uma mobilidade urbana mais equitativa e sustentável.

Além disso, a aplicação da Inteligência Artificial pode otimizar itinerários e adaptar o serviço à demanda. Por meio da análise de dados históricos e do comportamento dos usuários, algoritmos inteligentes conseguem prever padrões de movimentação e sugerir ajustes nos horários e rotas, aumentando a eficiência e reduzindo o tempo de espera dos passageiros (Lucho & Rocha, 2024). Essa solução não só melhora a mobilidade urbana, como também contribui para a redução da poluição causada pelo excesso de veículos particulares.

Por fim, a integração dessas tecnologias com um planejamento estratégico orientado por dados pode tornar o transporte público de Parauapebas mais confiável, eficiente e funcional para a população. A disponibilização de informações atualizadas, acessíveis e em tempo real fortalece a adesão dos usuários ao sistema coletivo, reduz a incerteza nas rotas e contribui para uma experiência mais previsível, confortável e segura. Essa transformação vai além da melhoria operacional: ela estimula o uso consciente do transporte público, diminui a dependência de veículos particulares e impacta positivamente no tráfego urbano, no tempo de deslocamento e na emissão de poluentes. Ao promover inclusão social, acessibilidade digital e sustentabilidade, o município caminha para um modelo de mobilidade mais inteligente, moderno e voltado para o bem-estar coletivo.



2.2 Gestão de mobilidade urbana

A gestão da mobilidade urbana é essencial para garantir a eficiência do transporte público e a melhoria da qualidade de vida nas cidades. Com o crescimento populacional e a urbanização acelerada, as demandas por soluções inovadoras na gestão do transporte têm aumentado consideravelmente. A introdução de novas tecnologias de gestão, como a análise de dados e a gestão integrada de frotas, tem se mostrado crucial para a otimização dos serviços, promovendo maior eficiência e acessibilidade. Em Parauapebas, onde os desafios no transporte público ainda são evidentes, a adoção dessas tecnologias representa uma oportunidade fundamental para modernizar o sistema e atender de forma mais eficaz às necessidades da população (Carvalho, 2016).

Nesse contexto, a gestão integrada de frotas exemplifica como a tecnologia pode revolucionar a mobilidade urbana. Essa abordagem possibilita um controle detalhado sobre a operação dos veículos, otimizando recursos e ajustando a oferta de transporte conforme a demanda. Embora a implementação plena dessa tecnologia em Parauapebas exija uma infraestrutura avançada, o aplicativo desenvolvido neste estudo já incorpora elementos que simulam essa gestão, permitindo a visualização digital do deslocamento dos ônibus. Essa funcionalidade não só demonstra o potencial da integração com sistemas de rastreamento em tempo real, mas também representa um passo inicial para a modernização do transporte coletivo na cidade.

Segundo Gomes e Paiva Júnior (2024, p. 7):

Como a Cittati já dispunha da localização dos ônibus em tempo real, a criação do aplicativo CittaMobi se mostrou plausível e viável. Além disso, o desenvolvimento do SmartCitta possibilita que o órgão gestor se comunique com o Centro de Controle Operacional (CCO), permitindo o envio de notificações aos usuários sobre desvios, acidentes e atrasos.

Além da gestão integrada de frotas, a análise de dados desempenha um papel central no planejamento e na administração da mobilidade urbana. Ferramentas de análise de dados possibilitam um entendimento mais aprofundado sobre os padrões de deslocamento da população, permitindo identificar horários de pico, rotas mais utilizadas e áreas subtendidas. A partir dessas informações, gestores podem ajustar



os horários e trajetos de ônibus para atender melhor às necessidades da população, reduzindo o tempo de espera e otimizando o uso de recursos.

Conforme MENEZES et al (2017, p. 1):

Quando a pessoa acessa o aplicativo para verificar a condição do trânsito e recebe, em tempo real, informações atualizadas – como três rotas alternativas com dados sobre acidentes e obstáculos – ela está utilizando um produto digital que integra informações complexas de múltiplos dispositivos, comunicando-se automaticamente de máquina para máquina (M2M) e ajustando-se conforme as condições do ambiente urbano.

A aplicação tecnológica na mobilidade urbana também contribui para a sustentabilidade, reduzindo o impacto ambiental com práticas como o uso eficiente de combustível e a integração de veículos elétricos. Em Parauapebas, o uso de sistemas inteligentes pode ajudar na transição para um transporte coletivo mais ecológico.

Essas inovações impactam diretamente a experiência do usuário. Aplicativos que mostram horários e lotação aumentam a previsibilidade e comodidade. Além disso, permitem feedback contínuo, gerando um ciclo de melhorias baseado em dados reais.

No contexto de Parauapebas, as tecnologias de gestão podem ser uma solução viável para enfrentar desafios como o crescimento desordenado e a sobrecarga do transporte público em horários de pico. A integração de sistemas inteligentes não apenas otimiza o transporte coletivo, mas também contribui para a redução do congestionamento urbano, incentivando a população a utilizar alternativas mais sustentáveis e eficazes.

Outro ponto crucial é a articulação entre poder público e empresas privadas na implementação dessas tecnologias. Parcerias público-privadas podem acelerar a modernização do transporte público, viabilizando investimentos em infraestrutura tecnológica e capacitação dos profissionais envolvidos. Essa colaboração pode garantir que as soluções sejam implantadas de forma inclusiva, beneficiando toda a população, independentemente de sua localização ou condição socioeconômica.

Em resumo, tecnologias como análise de dados e gestão de frotas são fundamentais para modernizar o transporte público. Em Parauapebas, elas podem transformar desafios em soluções práticas e acessíveis.



2.2.1. Análise de dados para otimização do transporte

A análise de dados tem se destacado como uma das principais ferramentas para otimizar o transporte público, especialmente em cidades de rápido crescimento, como Parauapebas. Estudos indicam que o uso de dados para compreender os padrões de deslocamento da população permite ajustes precisos nos serviços oferecidos, garantindo que o transporte público esteja disponível nos horários e locais de maior necessidade (Prefeitura de Parauapebas, 2023). Essa abordagem baseada em dados possibilita um transporte mais eficiente, reduzindo custos operacionais e melhorando a qualidade do serviço.

Segundo Araújo et al. (2011, p. 11):

Pensar qualidade de vida sem pensar em mobilidade e acessibilidade é impossível, pois são elas que garantem à autonomia ao cidadão, sendo determinantes no movimento de ir e vir, seja para o trabalho ou para o lazer. É indispensável promovê-las com autonomia e segurança, o que, consequentemente, eleva a qualidade de vida de todos os usuários do espaço urbano e assegura o exercício pleno da cidadania.

A coleta de dados em tempo real, feita por sensores instalados nos veículos, câmeras inteligentes e aplicativos utilizados pelos passageiros, possibilita o monitoramento constante do sistema de transporte. Essas informações, quando processadas, permitem a identificação de problemas como atrasos, superlotação e falhas técnicas, facilitando a implementação de soluções rápidas e eficazes. Por exemplo, ao perceber um congestionamento em determinada rota, os gestores podem redirecionar veículos para evitar atrasos e melhorar o fluxo do transporte coletivo.

Além do monitoramento em tempo real, a análise histórica dos dados desempenha um papel fundamental no planejamento estratégico do transporte público. Informações consolidadas ao longo de meses ou anos permitem prever tendências e padrões de comportamento, como o aumento da demanda em horários de pico ou em eventos sazonais. Isso possibilita um planejamento mais eficiente e reduz a reincidência de problemas operacionais, como superlotação e escassez de veículos em áreas críticas (Gomes & Paiva Júnior, 2024).

O avanço da inteligência artificial e do aprendizado de máquina tem contribuído significativamente para a análise de dados no transporte público. Esses sistemas



conseguem processar grandes volumes de informações em tempo real, identificando padrões complexos que seriam impossíveis de detectar manualmente. Por exemplo, algoritmos de previsão baseados em machine learning podem antecipar congestionamentos com base em dados climáticos, fluxo de tráfego e eventos programados, permitindo ajustes operacionais preventivos (Lucho, 2024). Outro benefício da análise de dados é a possibilidade de promover maior equidade no transporte público.

Segundo Lucho et al. (2024, p.1-2):

A IoT representa uma oportunidade para criar novos modelos de negócios e abrir novos mercados inovadores; tudo isso possível graças ao processamento de um grande volume de informações e eventos que serão gerados pelos objetos conectados, possibilitando resposta rápida para cada um deles.

Essa abordagem é particularmente relevante para cidades como Parauapebas, onde bairros afastados muitas vezes enfrentam dificuldades para acessar serviços de transporte de qualidade. A análise de dados ajuda a identificar essas lacunas e a direcionar investimentos para infraestrutura e aumento da frequência de veículos nessas regiões.

A integração de diferentes fontes de dados, como informações coletadas por aplicativos de mobilidade, câmeras de monitoramento urbano e dispositivos IoT (Internet das Coisas), também tem se mostrado uma prática promissora. Essa integração permite uma visão mais abrangente do sistema de transporte, fornecendo insights que vão além do planejamento operacional, como melhorias na experiência dos usuários e na segurança durante os deslocamentos (Lucho & Rocha, 2024).

Entretanto, a implementação de tecnologias para análise de dados exige investimentos consideráveis em infraestrutura tecnológica e capacitação profissional.

Segundo Araújo et al. (2011, p. 4):

A via ou ambiente de circulação é a combinação entre estrutura, meios de circulação e ambiente construído. O tipo específico de ambiente de circulação influencia diretamente a qualidade e a eficiência dos movimentos de pessoas e mercadorias.

Por fim, a análise de dados precisa ser realizada em conformidade com as legislações de proteção de dados, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).



Isso é essencial para garantir que a privacidade dos usuários seja respeitada e que as informações coletadas sejam usadas de forma ética e responsável (Carvalho, 2016).

A adoção dessa abordagem em Parauapebas pode transformar a mobilidade urbana no município, tornando o transporte público mais eficiente, inclusivo e sustentável. Com o uso adequado da análise de dados, Parauapebas tem o potencial de se tornar uma referência em mobilidade urbana inteligente, beneficiando toda a sua população.

2.2.2. Gestão integrada de frotas

A gestão integrada de frotas é uma estratégia indispensável para aumentar a eficiência do transporte público, especialmente em cidades como Parauapebas, onde os desafios da mobilidade urbana são exacerbados pelo crescimento populacional acelerado e pela expansão desordenada. Essa abordagem, baseada em tecnologias de monitoramento e controle, permite um gerenciamento mais eficaz dos veículos disponíveis, assegurando que o transporte seja fornecido em conformidade com a demanda da população (Kato et al., 2016).

O principal benefício da gestão integrada é a possibilidade de otimizar recursos. Sistemas que utilizam tecnologias de geolocalização, sensores de desempenho e plataformas de análise de dados em tempo real oferecem aos gestores informações detalhadas sobre a operação dos veículos. Isso inclui a localização precisa, o consumo de combustível, o número de passageiros e o estado de manutenção dos veículos. Com essas informações, é possível tomar decisões mais informadas para ajustar rotas, evitar desperdícios e prevenir falhas operacionais.

Conforme Araújo (2011, p.20):

Os planos diretores de transporte devem, ao quantificar e localizar a demanda, atentar para o crescimento da oferta de novas habitações e para a expansão urbana, para que o atendimento das necessidades básicas de transporte dos cidadãos seja priorizado, aumentando sua mobilidade e melhorando sua acessibilidade às oportunidades espalhadas pelo território metropolitano.



Além da redução de custos, a gestão integrada de frotas melhora significativamente a experiência dos usuários. Um sistema eficiente garante que os ônibus estejam disponíveis nos horários e locais de maior necessidade, reduzindo o tempo de espera e aumentando a confiança dos passageiros no transporte coletivo. Estudos demonstram que sistemas de monitoramento em tempo real, quando integrados a aplicativos móveis, permitem aos usuários acompanhar o trajeto dos veículos, planejar melhor suas viagens e evitar atrasos (Araújo et al., 2011).

Outro aspecto relevante é o impacto ambiental. A gestão eficiente de frotas contribui para a redução do consumo de combustíveis fósseis e da emissão de gases poluentes. Com a implementação de rotas otimizadas e o uso de veículos mais modernos, como ônibus híbridos ou elétricos, o transporte público pode se tornar uma alternativa mais sustentável ao uso de veículos particulares (Kato et al., 2016).

Em Parauapebas, a implementação de uma gestão integrada de frotas pode enfrentar desafios relacionados à infraestrutura tecnológica e à capacitação dos profissionais envolvidos. No entanto, parcerias público-privadas podem ser uma solução viável para viabilizar os investimentos necessários.

Segundo Gomes e Paiva Júnior (2024, p. 7):

Em outubro de 2012, a diretoria de tecnologia da Cittati foi assumida pela MAPS S.A., empresa especializada em softwares de missão crítica, o que assegurou maior estabilidade e escalabilidade dos sistemas.

Com o uso de tecnologias avançadas e uma gestão estratégica, o transporte público em Parauapebas tem o potencial de se tornar mais eficiente, sustentável e acessível. Essa transformação é essencial para atender à crescente demanda por mobilidade urbana na região e promover uma qualidade de vida melhor para seus habitantes. Além disso, a modernização do sistema contribui para a redução de desigualdades no acesso ao transporte, especialmente em áreas periféricas. Melhorias nesse setor impactam diretamente o cotidiano da população, refletindo-se em maior inclusão social, economia de tempo e otimização dos deslocamentos. O investimento em soluções tecnológicas reforça o compromisso com o desenvolvimento urbano sustentável e centrado nas reais necessidades da cidade.



2.3 Desafios e perspectivas para a mobilidade urbana em Parauapebas

Parauapebas, uma cidade em acelerado crescimento no sudeste do Pará, enfrenta desafios significativos em sua mobilidade urbana. Embora iniciativas voltadas para o desenvolvimento do transporte público estejam sendo implementadas, ainda existem obstáculos relacionados à infraestrutura, planejamento e integração tecnológica. A dependência de veículos particulares, combinada com a carência de uma rede de transporte público eficiente, impacta negativamente a qualidade de vida dos moradores, gerando congestionamentos, aumento da poluição e desigualdades no acesso à mobilidade (Carvalho, 2016).

No entanto, a adoção de tecnologias emergentes e o investimento em soluções estratégicas podem transformar a realidade da mobilidade urbana em Parauapebas, promovendo um sistema de transporte mais acessível, sustentável e eficiente.

2.3.1. Infraestrutura e acesso à tecnologia

A falta de infraestrutura é um dos maiores entraves para a modernização da mobilidade urbana em Parauapebas. A cidade cresceu rapidamente, impulsionada pela mineração, mas a expansão urbana não foi acompanhada pela construção de uma rede de transporte público adequada. Como resultado, bairros periféricos muitas vezes têm pouco ou nenhum acesso a serviços de transporte, aumentando a dependência de veículos particulares e agravando os problemas de congestionamento e poluição (Prefeitura de Parauapebas, 2023).

De acordo com Araújo et al. (2011, p. 36):

Problemas na infraestrutura de transporte e a qualidade do próprio transporte utilizado comprometem a mobilidade das pessoas e, conseqüentemente, a capacidade de transitar delas. na infraestrutura e qualidade do transporte comprometem a mobilidade e a capacidade de deslocamento.

Além disso, a limitação no acesso à internet por parte de parcela significativa da população representa outro obstáculo. Soluções tecnológicas, como aplicativos de transporte e sistemas de monitoramento em tempo real, dependem de conectividade estável para funcionar. Essa barreira tecnológica impede que os



cidadãos utilizem plenamente as ferramentas disponíveis, reduzindo a eficácia das iniciativas de modernização.

Para superar esses desafios, é essencial um esforço conjunto entre o poder público e empresas de transporte. Investimentos em infraestrutura física, como a construção de terminais de integração e melhorias nas vias urbanas, devem ser acompanhados por investimentos em infraestrutura digital, incluindo a ampliação da cobertura de internet e a capacitação tecnológica da população.

2.3.2. Perspectivas para a melhoria do transporte público

Apesar dos desafios, as perspectivas para a mobilidade urbana em Parauapebas são positivas, impulsionadas pela aplicação de tecnologias emergentes e por um planejamento estratégico robusto. A integração de ferramentas como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e sistemas de análise de dados pode transformar o transporte público em um sistema inteligente e responsivo.

Segundo Silva et al. (2023, p. 717):

A IoT representa uma oportunidade para criar novos modelos de negócios e abrir novos mercados inovadores; tudo isso possível graças ao processamento de um grande volume de informações e eventos que serão gerados pelos objetos conectados, possibilitando resposta rápida para cada um deles.

A modernização do transporte público em Parauapebas pode ser impulsionada por diversas iniciativas tecnológicas, sendo a integração de sistemas de monitoramento em tempo real uma das mais relevantes. Esse tipo de solução possibilita o rastreamento dos veículos em circulação, fornecendo aos usuários informações atualizadas sobre horários e trajetos disponíveis. A disponibilização dessas informações reduz a incerteza no uso do transporte coletivo e melhora a experiência dos passageiros, tornando o sistema mais confiável e previsível. A implementação desse tipo de tecnologia pode facilitar o planejamento das viagens e incentivar um maior número de pessoas a utilizarem o transporte público.

Outro aspecto essencial para a eficiência do sistema é a gestão integrada de frotas, que permite uma melhor alocação dos veículos conforme a demanda. Com esse tipo de abordagem, o gerenciamento operacional se torna mais eficaz, reduzindo



desperdícios de recursos e garantindo um atendimento mais adequado às regiões de maior necessidade. A otimização das rotas e horários contribui para um fluxo de transporte mais equilibrado, minimizando superlotações em determinados períodos e melhorando a disponibilidade dos ônibus em horários estratégicos.

Além do monitoramento e da gestão de frotas, a automação e o uso de inteligência preditiva representam uma inovação importante para o setor. A aplicação de algoritmos de IA no transporte público pode auxiliar na previsão de padrões de demanda, analisando dados históricos de movimentação da população. Esse tipo de tecnologia possibilita ajustes operacionais proativos, evitando a escassez de veículos em horários de pico e melhorando a eficiência geral do serviço. Ao antecipar tendências e comportamentos dos usuários, os gestores podem tomar decisões mais estratégicas para equilibrar a oferta de transporte com a procura real da população.

A busca por um transporte público mais eficiente também passa pela adoção de soluções sustentáveis, como a transição para frotas de ônibus elétricos ou híbridos. A substituição progressiva de veículos movidos a combustíveis fósseis por alternativas menos poluentes pode contribuir significativamente para a redução da emissão de gases prejudiciais ao meio ambiente. Em um cenário onde a preocupação com a sustentabilidade é crescente, essas iniciativas não apenas promovem benefícios ambientais, mas também impulsionam políticas públicas voltadas para um transporte coletivo mais ecológico e alinhado às metas globais de redução da poluição (Lucho & Rocha, 2024).

2.3.3. Planejamento Estratégico e Colaboração

A melhoria da mobilidade urbana em Parauapebas exige um planejamento estratégico que envolva a colaboração entre diversos setores da sociedade. Para que o transporte público seja mais eficiente, inclusivo e sustentável, é fundamental que governos locais, empresas privadas e a população trabalhem em conjunto na implementação de soluções inovadoras. No entanto, a modernização do transporte enfrenta desafios estruturais que precisam ser superados para garantir a eficácia das tecnologias adotadas. Conforme apontam Gomes e Paiva Júnior (2024, p. 19), a aplicação de novas tecnologias no transporte público esbarra em limitações como



infraestrutura inadequada e dificuldades de acesso à internet, tornando essencial um planejamento que considere essas barreiras.

Uma das etapas mais importantes desse planejamento é o mapeamento das áreas mais afetadas pela falta de mobilidade, permitindo que investimentos sejam direcionados de maneira estratégica. A identificação das regiões mais críticas possibilita a criação de soluções mais eficazes, reduzindo desigualdades no deslocamento. Esse levantamento pode ser feito por meio de estudos populacionais e ferramentas digitais que analisam o fluxo urbano.

Outra iniciativa fundamental para a modernização do transporte público é a criação de parcerias público-privadas (PPPs), que podem viabilizar investimentos em infraestrutura e novas tecnologias. A colaboração com empresas permite a implementação de sistemas modernos, como bilhetagem eletrônica e integração digital de rotas, além da aquisição de veículos mais eficientes e sustentáveis. Essas parcerias são essenciais para reduzir a dependência exclusiva de recursos governamentais, acelerando a adoção de melhorias e aumentando a qualidade do serviço prestado à população.

Outro aspecto essencial para o sucesso das inovações no transporte público é a capacitação dos profissionais envolvidos na operação do sistema. Motoristas, operadores de bilhetagem e gestores precisam estar preparados para utilizar as novas tecnologias de maneira eficiente, garantindo que os benefícios dessas inovações sejam plenamente aproveitados. A realização de treinamentos técnicos, atualizações sobre o uso de ferramentas digitais e a integração de práticas operacionais modernas são medidas fundamentais para assegurar que o sistema funcione de forma otimizada.

Por fim, o envolvimento da comunidade no processo de modernização do transporte público é indispensável para garantir que as soluções adotadas atendam às necessidades reais da população. Ferramentas de participação cidadã, como consultas públicas e aplicativos que permitem feedback dos usuários, possibilitam um diálogo constante entre passageiros e gestores. Esse tipo de iniciativa ajuda a identificar problemas operacionais e aprimorar o serviço de forma contínua, tornando a mobilidade urbana mais eficiente, acessível e sustentável.



3. METODOLOGIA

Esta seção descreve como o estudo foi conduzido, detalhando os métodos utilizados para o levantamento de requisitos, desenvolvimento, validação e testes da solução proposta. Inicialmente definiu-se a abordagem metodológica adotada, justificando-a conforme a natureza prática e exploratória deste projeto. Busca-se garantir rigor metodológico e clareza na execução das etapas necessárias à criação de um aplicativo destinado à otimização da mobilidade urbana em Parauapebas, especificamente através do fornecimento de informações em tempo real sobre rotas de ônibus.

As escolhas metodológicas foram baseadas em critérios de aplicabilidade, viabilidade técnica e coerência com os objetivos do trabalho. Além disso, cada etapa foi planejada para manter a conexão entre teoria e prática, assegurando que o desenvolvimento da solução se alinhasse às reais demandas observadas no contexto local. Essa abordagem contribui para a legitimidade da proposta e para a possibilidade de sua adoção em cenários semelhantes.

3.1 Método de Pesquisa

Este estudo caracteriza-se como pesquisa de natureza aplicada, já que visa solucionar um problema prático real, no caso, a deficiência do transporte público em Parauapebas. A pesquisa aplicada envolve métodos que geram conhecimento direcionado diretamente à solução de questões concretas e práticas. Marconi e Lakatos (2017, p. 194) destacam:

investigação pura e aplicada: estuda um problema relativo ao conhecimento científico ou à sua aplicabilidade. Podem chamar-se problemas de diagnóstico, de propaganda, de planificação ou de investigação. Responde às perguntas: O quê? Como?

A abordagem qualitativa também foi adotada, permitindo uma análise aprofundada dos aspectos subjetivos relacionados às experiências dos usuários com o transporte público local. (GIL, 2021, p. 17) esclarece que:



A pesquisa qualitativa é adequada para pesquisar algo que ainda não está bem definido. Torna-se, portanto, muito útil como delineamento de estudos exploratórios, que têm como finalidade alcançar uma nova compreensão do problema ou a construção de hipóteses.

Quanto aos objetivos, classifica-se como pesquisa exploratória, pois busca entender com profundidade as questões relacionadas às dificuldades de deslocamento na cidade, levantando hipóteses para direcionar o desenvolvimento do aplicativo proposto.

Os procedimentos técnicos adotados incluem principalmente a pesquisa bibliográfica e o método ágil Scrum, permitindo uma condução estruturada e iterativa das atividades, em sintonia com as necessidades práticas do projeto.

3.2 Método de Desenvolvimento do Projeto - SCRUM

O desenvolvimento do aplicativo foi conduzido com base no método ágil Scrum. Essa escolha justifica-se pela necessidade de flexibilidade ao longo do processo de desenvolvimento, permitindo entregas rápidas e frequentes que pudessem ser validadas diretamente pelos usuários finais, garantindo um alinhamento contínuo entre suas expectativas e as funcionalidades disponibilizadas. O Scrum, por ser o método ágil mais amplamente adotado, incorpora práticas como reuniões diárias em pé (*daily scrum*), sprints de curta duração, planejamento iterativo e o uso de ferramentas colaborativas voltadas à estimativa e entrega contínua, características que o tornam especialmente eficaz em projetos com alto grau de adaptação e necessidade de feedback constante (Morais; Zanin, 2020).

Foram realizados ciclos curtos de desenvolvimento, denominados sprints, com duração aproximada de duas semanas. Cada sprint incluiu reuniões diárias para acompanhar o progresso, identificar e corrigir rapidamente possíveis impedimentos, além de revisões periódicas para avaliar o cumprimento das metas definidas no início de cada ciclo, seguindo rigorosamente os princípios da metodologia ágil.

3.3 Planejamento e Análise de Viabilidade

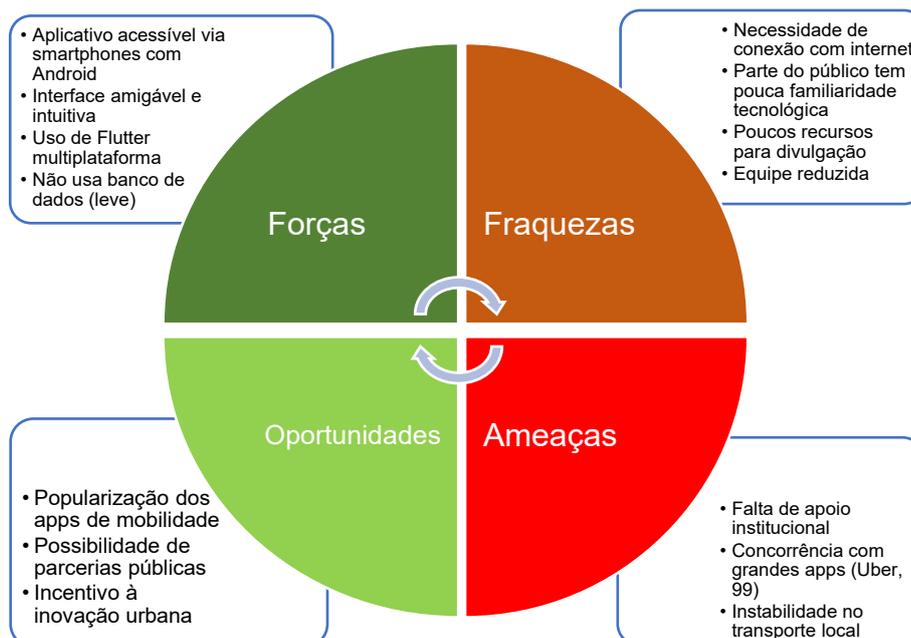


Nesta etapa, analisaram-se detalhadamente os aspectos técnicos, econômicos, operacionais e temporais do desenvolvimento do aplicativo. Realizou-se um estudo aprofundado das tecnologias empregadas, como Flutter e linguagem Dart, para verificar sua adequação às necessidades do projeto e à realidade de desenvolvimento multiplataforma.

Quanto à viabilidade operacional, avaliou-se cuidadosamente se o aplicativo proporcionaria uma experiência acessível e eficiente aos usuários finais, com forte foco na usabilidade, responsividade e navegação intuitiva. Foram também considerados os aspectos econômicos, especialmente em relação ao custo de desenvolvimento, manutenção da aplicação e possibilidade de futuras expansões com orçamento limitado. A viabilidade temporal foi analisada com base no cronograma previsto, contemplando o tempo necessário para cada etapa do projeto, desde o levantamento inicial de requisitos até os testes finais.

Para reforçar essa análise foi utilizada uma matriz SWOT, identificando forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionadas ao desenvolvimento e implantação do aplicativo. A matriz a seguir resume esses aspectos, proporcionando uma visão abrangente e estratégica do projeto, conforme recomendado por Kotler e Keller (2018).

Figura 1 – Matriz SWOT – Análise de Viabilidade do Projeto



Fonte: Elaborada pelo próprio autor (2025).



3.4 Garantia de Qualidade

Para garantir a qualidade do aplicativo *Rotas Parauapebas*, foram utilizados testes unitários com a biblioteca flutter_test, testes de integração e testes de interface realizados no Android Studio. Esses testes permitiram validar o funcionamento dos componentes de forma isolada e em conjunto.

Segundo Sommerville (2019), testar é essencial no desenvolvimento de software, principalmente em aplicações móveis, onde o uso de ferramentas específicas da plataforma contribui para maior estabilidade e confiabilidade do sistema.

O projeto também utilizou o GitHub como ferramenta de controle de versão, permitindo gerenciar alterações no código-fonte, acompanhar o histórico de funcionalidades e corrigir falhas com agilidade. Foram adotadas boas práticas como criação de branches por funcionalidade, uso de pull requests e commits descritivos, o que fortaleceu a rastreabilidade e organização do código.

Além dos testes automatizados, foram realizados testes manuais em dispositivos Android com diferentes versões do sistema, garantindo compatibilidade e responsividade em cenários reais de uso.

Essas práticas contribuíram para a construção de um sistema estável, funcional e preparado para futuras atualizações, tratando a qualidade como um compromisso contínuo ao longo de todo o desenvolvimento.

3.5 Aspectos Éticos

Durante o desenvolvimento e validação do aplicativo, foram observadas rigorosamente as exigências éticas relacionadas à proteção de dados pessoais, conforme estabelece a Lei nº 13.709/2018 — **Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)**. Todos os participantes envolvidos nos testes forneceram consentimento livre e esclarecido por meio de um termo específico, em conformidade com os princípios de autonomia, transparência e privacidade dos dados.

Adicionalmente, as diretrizes estabelecidas pela **Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde**, foram seguidas para assegurar o respeito à dignidade humana, à confidencialidade das informações coletadas e à não



exposição dos participantes a riscos maiores do que aqueles presentes em sua vida cotidiana. Conforme o art. 3º da referida resolução:

“São princípios éticos das pesquisas em Ciências Humanas e Sociais: [...] a garantia de assentimento ou consentimento dos participantes das pesquisas, esclarecidos sobre seu sentido e implicações; [...] a garantia da confidencialidade das informações, da privacidade dos participantes e da proteção de sua identidade, inclusive do uso de sua imagem e voz.” (Brasil, 2016, p. 3).

Para assegurar esses princípios, também foi adotada a anonimização dos dados coletados, protegendo integralmente a identidade dos usuários e promovendo segurança da informação em todas as fases da pesquisa.

O Ofício Circular nº 17/2022/CONEP, que esclarece o artigo 1º da Resolução nº 510/2016, reforça que trabalhos de conclusão de curso (TCCs) que envolvem seres humanos e dados identificáveis devem obrigatoriamente submeter protocolo ao Sistema CEP/CONEP, garantindo a análise ética necessária. Por isso, o presente estudo respeitou os preceitos dessa normativa, assegurando o comprometimento com a ética científica e o cuidado com os direitos dos participantes.

Para garantir a coerência metodológica e a validade dos resultados obtidos, foram definidos critérios objetivos de inclusão e exclusão dos participantes do estudo. Foram incluídos usuários residentes em Parauapebas que possuíam smartphones com sistema operacional Android em versões compatíveis com o aplicativo desenvolvido, além de concordarem livremente em participar da pesquisa por meio do aceite formal do termo de consentimento.

3.6 Critérios de inclusão e exclusão

A construção do presente trabalho exigiu a adoção de critérios claros para a seleção dos materiais, tecnologias e fontes de informação utilizadas durante o processo de desenvolvimento e fundamentação teórica. Os critérios de inclusão consideraram artigos científicos, livros, documentos e normas técnicas que abordassem temáticas diretamente relacionadas à mobilidade urbana, transporte coletivo, acessibilidade, desenvolvimento de software e metodologias ágeis. Foram priorizados materiais recentes, especialmente aqueles publicados entre 2011 e 2024,



com ênfase em autores que exploram a aplicação de tecnologia para resolver desafios sociais em cidades de médio porte. Também foram consideradas fontes que demonstrassem aplicabilidade prática e que possuísem respaldo em experiências reais, estudos de caso ou políticas públicas relacionadas à mobilidade urbana.

Do ponto de vista tecnológico, foram incluídas ferramentas que oferecessem compatibilidade com o sistema operacional Android, facilidade de integração com recursos de geolocalização e interface gráfica responsiva. Assim, adotou-se o framework Flutter, com base na linguagem Dart, em razão da sua versatilidade, comunidade ativa e ampla documentação. A escolha também se deu por sua capacidade de desenvolver aplicativos multiplataforma com bom desempenho e rápida prototipação, essenciais para a realidade de projetos acadêmicos com recursos limitados. Além disso, foram utilizados pacotes específicos como `google_maps_flutter`, `location`, `flutter_polyline_points` e `shared_preferences`, por sua eficiência na integração com APIs e funcionalidades nativas do dispositivo. A arquitetura da aplicação priorizou soluções de código aberto, com foco na democratização do acesso e facilidade de manutenção.

Foram incluídas também plataformas como o Android Studio, por oferecer suporte completo ao ciclo de desenvolvimento, testes e emulação do aplicativo, além de ferramentas colaborativas como o GitHub, que viabilizaram o controle de versão e a rastreabilidade do código. A seleção das bibliografias utilizadas seguiu critérios de pertinência temática, atualização e disponibilidade em bases acadêmicas confiáveis, como Scielo, Google Scholar e repositórios institucionais. Foram especialmente valorizadas publicações que abordam a interseção entre tecnologia, transporte e acessibilidade, considerando o caráter social do projeto.

Em contrapartida, foram excluídas fontes bibliográficas que não apresentavam aderência ao contexto nacional, bem como materiais genéricos, excessivamente teóricos ou desatualizados, que não contribuíam para o aprofundamento da proposta. Do ponto de vista técnico, linguagens de programação com baixa compatibilidade com dispositivos móveis, como JavaScript puro ou Swift, foram descartadas em razão da curva de aprendizado e do escopo limitado do projeto. Também foram excluídas bibliotecas e serviços pagos com licenças restritivas, que poderiam comprometer a replicação do sistema por outros desenvolvedores em ambientes similares.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES – APLICATIVO (ROTAS PARAUPEBAS)

A necessidade de um sistema eficiente de informações para os usuários do transporte público de Parauapebas levou ao desenvolvimento do Rotas Parauapebas, um aplicativo voltado para aprimorar a mobilidade urbana da cidade. O objetivo central é melhorar a experiência dos passageiros ao fornecer informações precisas sobre horários, rotas e localização dos ônibus, aumentando assim a eficiência, confiabilidade e acessibilidade nos deslocamentos diários.

A confiabilidade do software é essencial para sua adoção pelos usuários. Para garantir uma operação estável e segura, o Rotas Parauapebas foi desenvolvido com foco na atualização constante das informações, oferecendo dados precisos em tempo real.

Conforme destaca Zanin (2018, p. 63):

O software deve operar adequadamente, oferecendo segurança e confiabilidade contínua. É essencial que o software utilizado em sistemas críticos seja confiável, pois a consequência de uma falha pode resultar em um dano massivo.

Conforme destaca Zanin (2018), um sistema eficiente deve operar de forma contínua, sem falhas que comprometam sua funcionalidade e segurança. Com base nesse princípio, o aplicativo adota tecnologias que permitem acompanhar o transporte público com mais precisão, por meio de mapas interativos e geolocalização dos ônibus, tornando o transporte coletivo mais previsível e viável frente ao uso de veículos particulares.

Essa solução visa reduzir o tempo de espera e facilitar o planejamento dos deslocamentos. Espera-se, assim, incentivar o uso do transporte público, diminuindo a dependência de automóveis particulares e os congestionamentos, além de contribuir para a redução das emissões de poluentes e promover uma mobilidade mais sustentável.

O aplicativo também oferece recursos que facilitam a interação com as informações de transporte, como a visualização de rotas e pontos próximos, além de notificações que informam atrasos ou mudanças, garantindo mais conforto e segurança.



4.1 Análise de requisitos

A análise de requisitos representa uma etapa essencial para o sucesso de qualquer projeto de software, e no caso do aplicativo de rotas para o transporte público de Parauapebas, ela é ainda mais crítica. Desenvolver um sistema tecnológico voltado à mobilidade urbana, sem considerar minuciosamente as reais necessidades dos usuários, pode resultar em uma ferramenta que não solucione os problemas propostos, tornando-se irrelevante diante dos desafios enfrentados pela população.

É por meio da análise de requisitos que se identifica o que realmente importa para o usuário, garantindo que a solução proposta esteja alinhada à realidade local. Em um contexto como o de Parauapebas, essa etapa ajuda a evitar decisões equivocadas durante o desenvolvimento e contribui para tornar o sistema funcional e relevante. Assim, a análise de requisitos vai além do aspecto técnico e reforça o compromisso com a utilidade e o impacto social do projeto.

Segundo Machado (2018, p. 27):

Hoje, percebemos que o processo de compreensão ou descoberta dos requisitos é tão importante quanto o processo de documentação de requisitos, ou ainda mais, pois exige maior habilidade e envolvimento operacional dos analistas e interessados na aplicação (stakeholders) para a identificação do real problema a ser desenvolvido por meio do desenvolvimento de um software.

O levantamento de requisitos para o aplicativo proposto envolveu inicialmente o entendimento profundo da realidade dos usuários de transporte público de Parauapebas. Isso exigiu não apenas a observação do funcionamento atual do sistema de transporte, mas também a escuta ativa de motoristas, passageiros e agentes municipais para compreender os pontos de dor e as oportunidades de melhoria.

A atividade de análise permitiu, ainda, a criação de representações dos processos do sistema atual e do sistema proposto, por meio de modelos de casos de uso, diagramas e fluxogramas. Isso favoreceu o refinamento das funcionalidades desejadas para o aplicativo, considerando desde a visualização em tempo real da localização dos ônibus, até a interface intuitiva e acessível para o cidadão comum. Também foram estabelecidos critérios técnicos e restrições como a responsividade do sistema, tempo de resposta e integração com ferramentas de geolocalização.

Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento

Hash SHA256 do PDF original 6a1bb68c8c5c2d50ff26c34b84789922864b265e8a8ce8037a76411a21d0cf7a
<https://valida.ae/e5ed639ce71112d0d3dbe0389a6dfa8c9a1756bafa7745c1d>



Vale destacar que, assim como reforçado por Silva e Costa (2024, p. 2):

Entre as áreas que mais utilizam os conceitos de gerenciamento de projetos está a de desenvolvimento de software, neste segmento o levantamento dos requisitos de forma adequada é muito importante, pois o produto desenvolvido não é apenas um artigo final, mas sim, uma funcionalidade que entrega um determinado serviço.

Essa compreensão reforça a ideia de que o aplicativo de rotas não é apenas uma solução digital, mas sim um instrumento funcional que impacta diretamente o cotidiano dos usuários, contribuindo para a democratização do acesso à mobilidade e promovendo maior eficiência nos deslocamentos.

Na prática, os processos de levantamento e análise de requisitos ocorrem de forma quase simultânea. Durante as reuniões com stakeholders, percebeu-se que informações complementares emergiam à medida que novas ideias eram discutidas e novas demandas surgiam. Isso reforça o caráter iterativo e contínuo da análise de requisitos, cuja função é estruturar e amadurecer a visão do projeto ao longo de seu desenvolvimento.

Portanto, a análise de requisitos no contexto do aplicativo de rotas de ônibus em Parauapebas não se limita a um levantamento inicial. Trata-se de um processo contínuo de validação, revisão e aprofundamento do entendimento do problema, permitindo que a solução tecnológica se alinhe, cada vez mais, às reais necessidades da população e contribua para a construção de uma mobilidade urbana mais eficaz e acessível.

Adicionalmente, o envolvimento direto de usuários, desenvolvedores e representantes da comunidade durante essa fase inicial garantiu uma abordagem mais participativa e realista. Isso tornou o levantamento de requisitos mais fiel à realidade local, considerando particularidades da malha urbana, limitações de infraestrutura digital e comportamento dos usuários do transporte coletivo.

Essa abordagem centrada no usuário permitiu mapear melhor os problemas enfrentados no uso cotidiano dos ônibus, orientando o desenvolvimento de funcionalidades específicas, como a visualização de pontos próximos e o suporte a idiomas, com foco em promover inclusão e praticidade para diferentes perfis de cidadão.



4.1.1. Requisitos Funcionais

O aplicativo *Rotas Parauapebas* foi criado para facilitar o acesso às informações do transporte público urbano, oferecendo funcionalidades como a visualização de paradas próximas com base na localização do usuário, além da exibição das linhas disponíveis e dos horários estimados.

O sistema também conta com telas de cadastro e login com campos básicos (nome, e-mail e senha), funcionando como base para futuras integrações com autenticação real. A Figura 2 apresenta a tela de cadastro.

Figura 2 – Tela de cadastro do usuário



←



Juntar-se Rotas Parauapebas
App

 Nome completo

 Endereço de e-mail

 Criar senha

 Confirmar senha

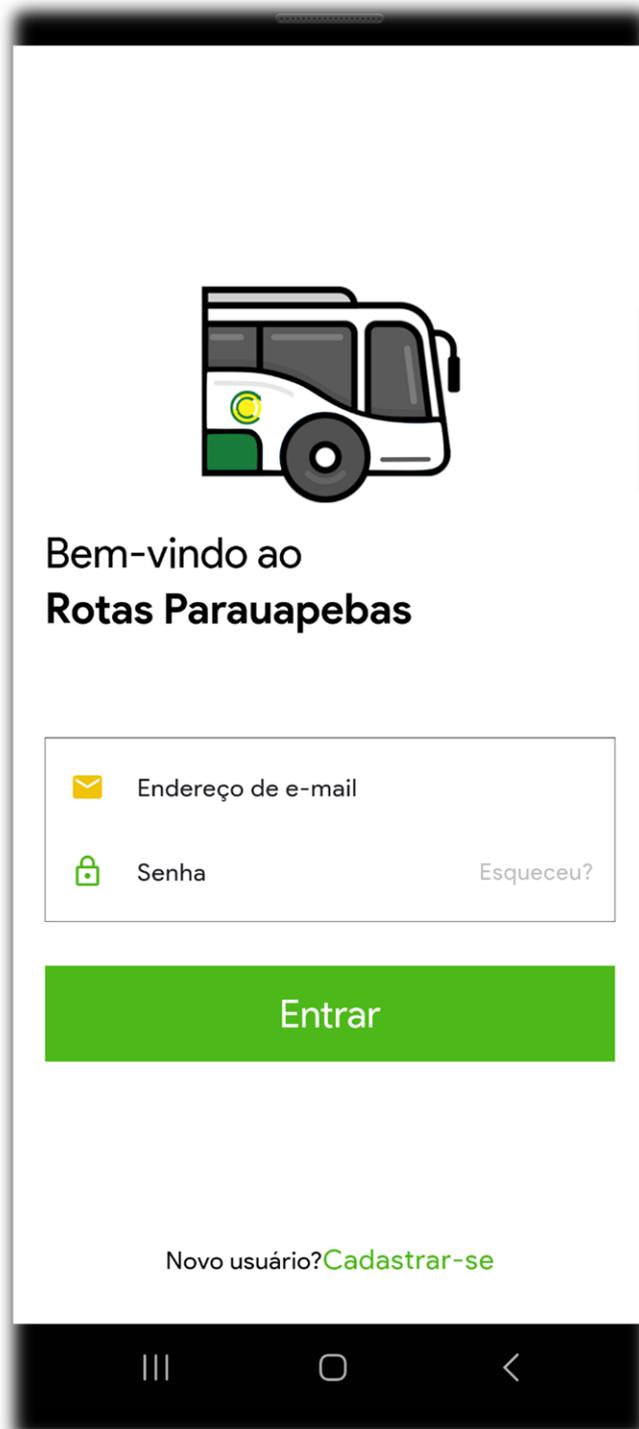
Cadastrar-se

Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).



A tela de login, por sua vez, permite que o usuário insira seu e-mail e senha para acessar o sistema, reforçando a proposta de personalização e controle de acesso. Mesmo que ainda não haja um backend funcional, essa etapa já estabelece a base da lógica de autenticação, conforme pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Tela de login do usuário



Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).

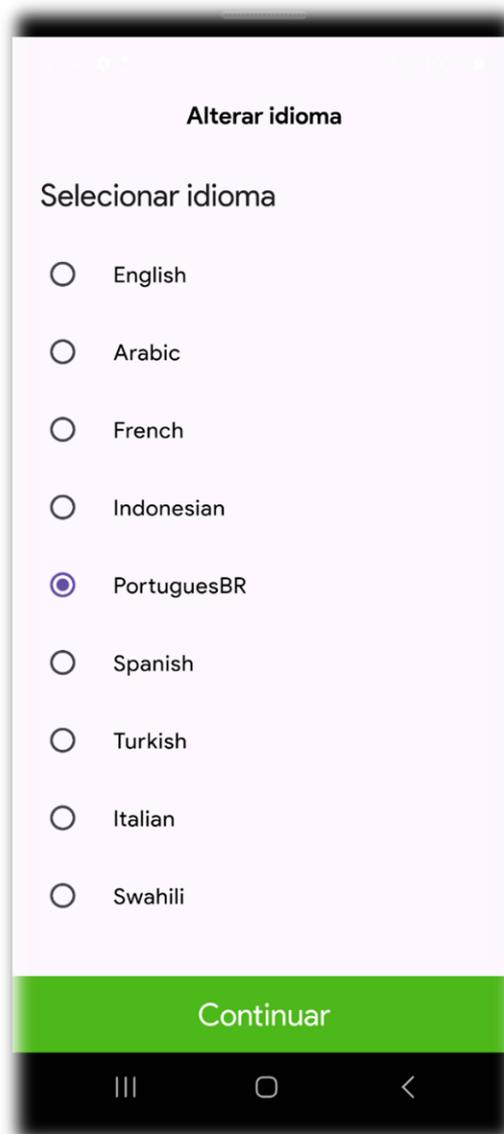
Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento

Hash SHA256 do PDF original 6a1bb68c8c5c2d50ff26c34b84789922864b265e8a8ce8037a76411a21d0cf7a
<https://valida.ae/e5ed639ce71112d0d3dbe0389a6dfa8c9a1756bafa7745c1d>



Também faz parte das funcionalidades específicas do sistema a possibilidade de alterar o idioma da interface. O usuário pode escolher entre diferentes idiomas disponíveis, tornando o aplicativo acessível a turistas e falantes de outras línguas. Essa funcionalidade amplia o alcance e a utilidade do sistema para públicos diversos, contribuindo com a inclusão digital e o atendimento a visitantes de regiões com forte fluxo migratório ou intercâmbio comercial. Essa adaptação automática ao idioma do sistema também evita barreiras de entendimento e facilita o uso intuitivo por parte de usuários que não dominam o português. A Figura 4 apresenta a tela de seleção de idioma disponível no aplicativo.

Figura 4 – Tela de idiomas.



Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025)



4.1.2. Requisitos Não Funcionais

O aplicativo deve ser fácil de usar e possuir uma interface intuitiva, acessível a usuários com diferentes níveis de familiaridade com tecnologia. A navegação entre as telas deve ser fluida e as funcionalidades claramente identificáveis, proporcionando uma experiência agradável e eficiente para o usuário.

O desempenho do aplicativo deve ser estável, sem apresentar travamentos ou lentidão, mesmo em dispositivos móveis com configurações intermediárias. A integração com o Google Maps deve ser rápida e responsiva, garantindo o carregamento ágil das rotas, pontos e localização atual.

O aplicativo deve ser compatível com o sistema operacional Android, com suporte mínimo a versões recentes amplamente utilizadas, assegurando maior alcance entre os usuários. Além disso, o app deve se adaptar corretamente a diferentes tamanhos de tela e resoluções, mantendo a legibilidade e usabilidade.

A aplicação deve seguir os princípios da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), garantindo que qualquer informação pessoal eventualmente coletada seja armazenada com segurança e apenas com o consentimento explícito do usuário. Nenhum dado sensível deve ser exposto ou compartilhado sem autorização. A Lei nº 13.709/2018 assegura a proteção da privacidade dos dados pessoais no território nacional, devendo ser rigorosamente respeitada em todas as etapas do uso do aplicativo.

Além dos aspectos técnicos, o sistema também deve garantir acessibilidade digital, permitindo que pessoas com necessidades específicas possam navegar e interagir com o aplicativo. Isso inclui suporte a leitores de tela, contraste adequado de cores, tamanhos de fonte ajustáveis e estruturação semântica dos elementos da interface.

Outro requisito não funcional importante é a escalabilidade da aplicação, ou seja, a capacidade de crescer e integrar novas funcionalidades no futuro sem comprometer a performance atual. O projeto deve permitir fácil manutenção e atualização, com código limpo, modular e bem documentado para facilitar o trabalho de desenvolvedores que venham a dar continuidade ao sistema.

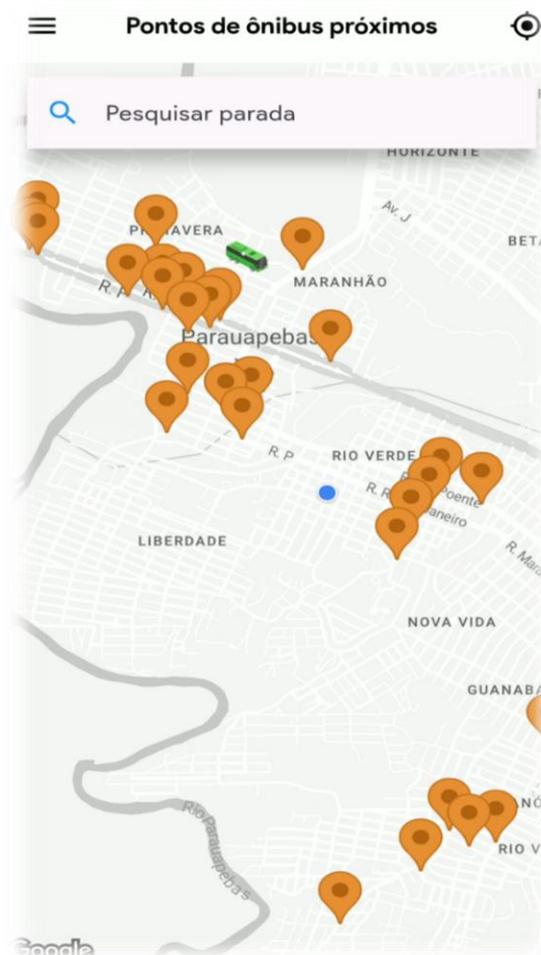


4.2 Funcionalidades da aplicação

Foi definido que o aplicativo terá como principal funcionalidade apresentar pontos de ônibus próximos ao usuário, utilizando sua localização atual e integração ao Google Maps. A interface é simples e objetiva, permitindo que usuários encontrem rapidamente os pontos desejados, facilitando a mobilidade urbana. A aplicação possui ainda um campo de pesquisa para localizar paradas específicas e ícones intuitivos no mapa para melhorar a experiência do usuário, conforme mostrado na Figura 5.

Os requisitos funcionais principais são a visualização de pontos próximos em tempo real, pesquisa avançada por nome ou endereço e interface intuitiva com navegação fácil e rápida. A localização atual do usuário é destacada no mapa por um ponto azul, auxiliando na orientação durante a utilização do transporte público em Parauapebas.

Figura 5 – Tela com os pontos de ônibus próximos no aplicativo.



Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).



Além da exibição de pontos de ônibus, o aplicativo permite identificar a localização atual do usuário com alta precisão, destacando-a no mapa com um marcador azul acompanhado da etiqueta "Minha Localização". Esta funcionalidade é essencial para orientar os usuários em tempo real durante a navegação no mapa, permitindo que eles compreendam rapidamente sua posição relativa às paradas de ônibus disponíveis.

Essa identificação dinâmica da posição geográfica é atualizada automaticamente conforme o deslocamento do usuário, otimizando o uso do transporte público ao fornecer informações contextuais e atualizadas. Tal recurso é especialmente útil em áreas urbanas com alta densidade de paradas, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Visualização da localização atual do usuário no mapa.



Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).



Outra funcionalidade importante do aplicativo é a possibilidade de visualizar informações detalhadas sobre as paradas de ônibus. Ao clicar sobre um marcador no mapa, o usuário tem acesso ao nome da parada (como por exemplo, "Rua E frente ao Sine") e uma instrução interativa para ver as linhas de ônibus que passam naquele ponto específico.

Esse recurso facilita a escolha da melhor rota, permitindo que o usuário planeje seu deslocamento com mais eficiência. A interface exibe essas informações de forma clara e direta, otimizando a usabilidade e reduzindo dúvidas durante a navegação no sistema. A Figura 7 ilustra essa funcionalidade no ambiente do aplicativo.

Figura 7 – Visualização de parada selecionada no mapa.

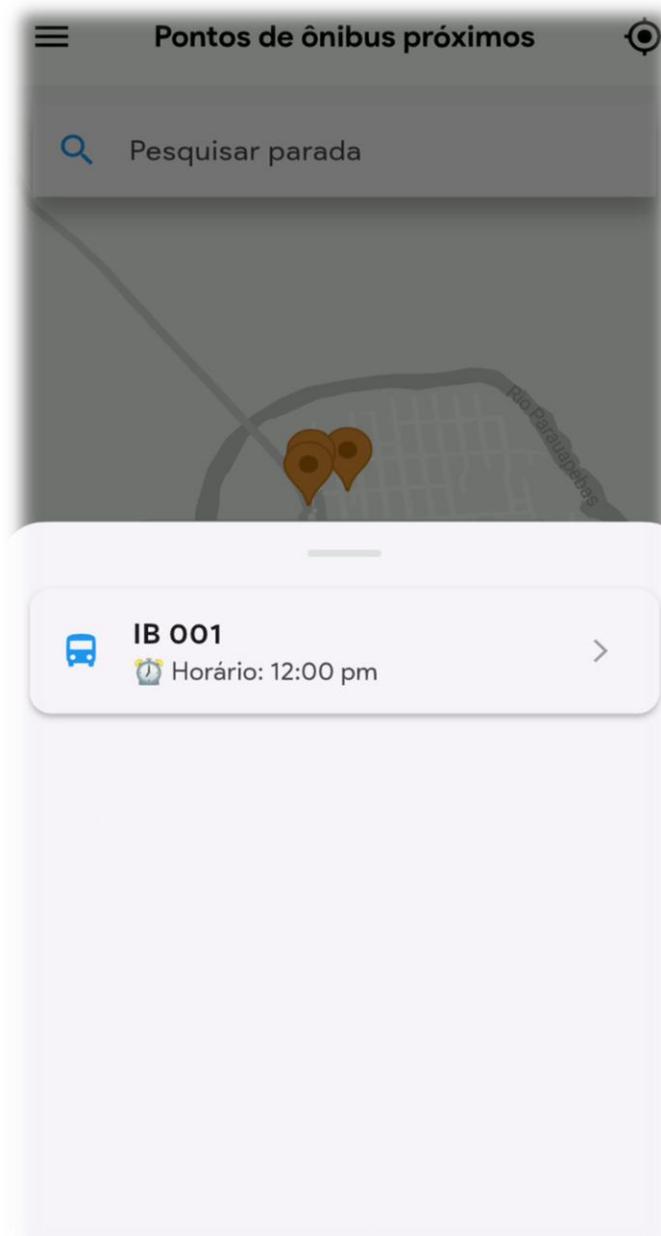


Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).



Outra funcionalidade relevante do aplicativo é a exibição dos horários dos ônibus. Quando o usuário seleciona uma parada específica, ele pode visualizar informações detalhadas sobre as linhas que passam por ali, incluindo o nome da linha e o horário estimado de chegada, como mostrado na Figura 8. Esse recurso contribui diretamente para o planejamento eficiente do deslocamento, permitindo que o passageiro se programe com maior precisão, reduzindo o tempo de espera e aumentando a confiabilidade no uso do transporte público.

Figura 8 – Visualização do Menu de ônibus disponíveis.



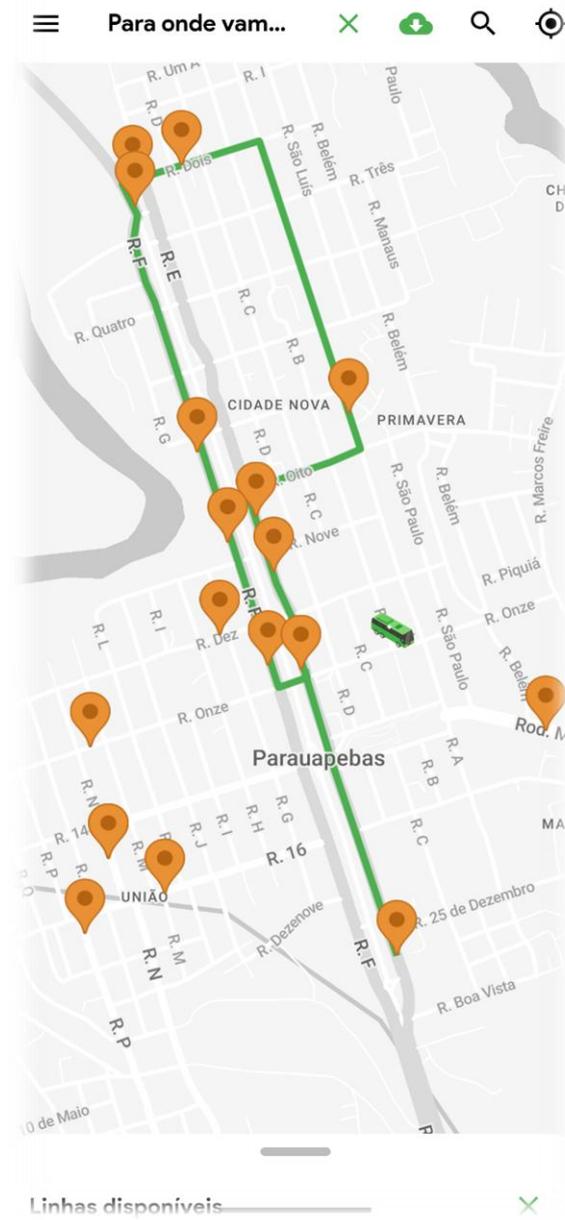
Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).



Além disso, o aplicativo oferece a funcionalidade de **visualização da rota no mapa**, como demonstrado na Figura 9. Ao selecionar uma linha, é possível ver o traçado completo que o ônibus irá percorrer até seu destino, representado de forma destacada com uma linha colorida no mapa.

Isso facilita a compreensão do percurso e ajuda o usuário a tomar decisões mais informadas sobre qual linha utilizar, aumentando a transparência e a usabilidade do sistema.

Figura 9 – Visualização da rota feita por determinada linha.



Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).



4.3 Tecnologias utilizadas

O aplicativo *Rotas Parauapebas* foi desenvolvido com foco em tecnologias modernas e eficazes para o ambiente mobile. As principais ferramentas utilizadas foram o Flutter, a linguagem Dart e o ambiente Android Studio. O Flutter, mantido pelo Google, permite a criação de aplicativos com uma única base de código para Android e iOS, facilitando o desenvolvimento de interfaces responsivas e de alto desempenho.

A linguagem Dart, base do Flutter, possui sintaxe enxuta e alto desempenho, o que torna o processo de desenvolvimento mais ágil e eficiente. Para a funcionalidade do app, foram utilizadas bibliotecas como *google_maps_flutter* (exibição de mapas), *location* (localização do usuário), *flutter_polyline_points* (traçado de rotas) e *xml* (leitura de arquivos .gpx).

O Android Studio foi escolhido como ambiente de desenvolvimento por oferecer suporte completo ao Flutter, integração com dispositivos móveis e ferramentas de testes e depuração em tempo real.

A Figura 10 apresenta um trecho do código-fonte do aplicativo, no qual está implementada a lógica de exibição das paradas de ônibus e simulação da movimentação dos veículos. Esse código é essencial para tornar a experiência do usuário mais intuitiva e funcional no contexto da mobilidade urbana de Parauapebas.

Figura 10 – Lógica de exibição das paradas de ônibus e simulação da movimentação dos veículos.

```
// -----
// Rota de uma linha especifica
// -----
Future<List<LatLng>> gerarPolylineParaLinha(
  String nomeLinha,
  Map<String, List<LatLng>> linhasOnibus,
  String googleApiKey,
) async {
  final rotaCompleta = <LatLng>[];
  final paradas = linhasOnibus[nomeLinha];
  if (paradas == null || paradas.length < 2) return rotaCompleta;

  for (int i = 0; i < paradas.length - 1; i++) {
    final origem = paradas[i];
    final destino = paradas[i + 1];
    final result = await _polylinePoints.getRouteBetweenCoordinates(
      googleApiKey,
      PointLatLng(origem.latitude, origem.longitude),
      PointLatLng(destino.latitude, destino.longitude),
      travelMode: TravelMode.driving,
    );
    if (result.status == 'OK' && result.points.isNotEmpty) {
      rotaCompleta.addAll(result.points.map((p) => LatLng(p.latitude, p.longitude)));
    }
  }
  return rotaCompleta;
}
```

Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).



4.4 Plataforma de desenvolvimento

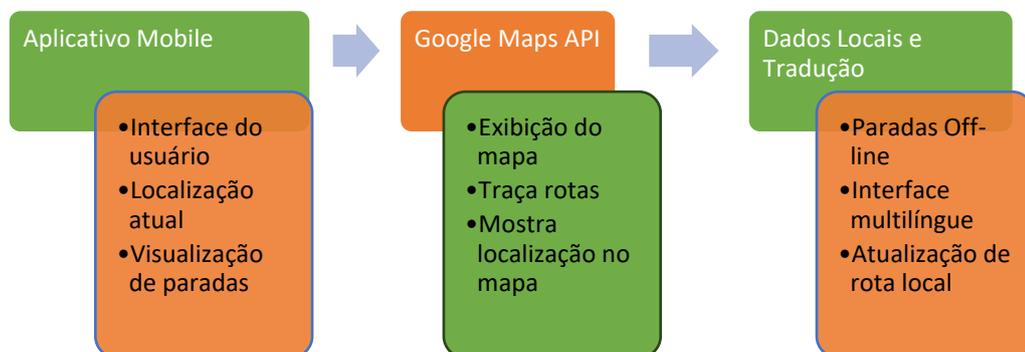
O aplicativo *Rotas Parauapebas* foi desenvolvido com o framework Flutter, uma tecnologia moderna que permite criar uma única base de código para Android e iOS. Neste projeto, o foco foi o sistema Android, por ser o mais comum entre os usuários locais.

A linguagem utilizada foi o Dart, que facilita a criação de interfaces rápidas e interativas. Para o desenvolvimento, foi usado o Android Studio, que possibilitou testar, organizar o projeto e visualizar a interface em tempo real. Essa combinação de ferramentas proporcionou um ambiente produtivo e adequado ao desenvolvimento de aplicações móveis modernas.

Também foi integrada ao sistema a API do Google Maps, essencial para exibir o mapa, localizar o usuário e mostrar os pontos de ônibus. Além disso, o projeto utilizou os pacotes *location* (localização), *google_maps_flutter* (exibição do mapa), *flutter_polyline_points* (traçado de rotas) e *shared_preferences* (armazenamento local de preferências).

A Figura 11 apresenta, de forma resumida, o fluxo de funcionamento do sistema, destacando a interação entre o app, os serviços de mapas e os dados locais usados para exibição de paradas e tradução da interface. Com essas ferramentas, foi possível criar um aplicativo leve, acessível e funcional, adequado às necessidades da população de Parauapebas que utiliza o transporte público.

Figura 11 – Fluxo funcional simplificado do sistema



Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).



4.5 Visão geral da ferramenta

O aplicativo *Rotas Parauapebas* foi criado com o objetivo de facilitar o dia a dia dos cidadãos que utilizam o transporte coletivo na cidade. A ferramenta permite que os usuários visualizem pontos de ônibus próximos, consultem rotas no mapa e planejem melhor seus deslocamentos com base em informações acessíveis e organizadas.

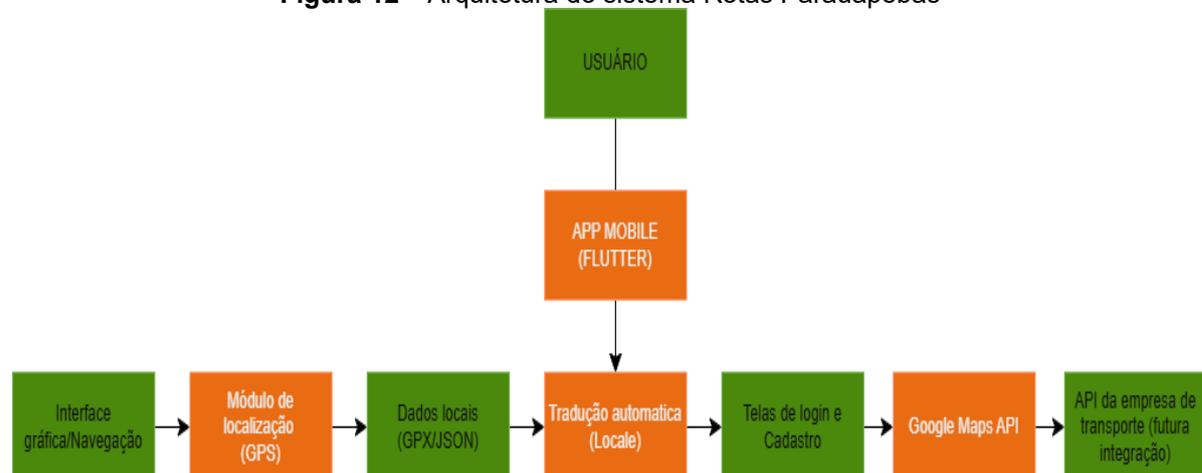
O foco principal é garantir praticidade e rapidez no acesso às paradas, linhas e horários, oferecendo uma navegação simples e intuitiva. O aplicativo também conta com recursos de tradução automática, permitindo que usuários de diferentes idiomas consigam utilizá-lo sem dificuldades.

A Figura 12 apresenta a arquitetura do sistema, demonstrando os componentes principais envolvidos no funcionamento do aplicativo, como o uso de dados locais, integração com o Google Maps e a estrutura para futuras conexões com sistemas da empresa de transporte público.

O projeto foi pensado para atender às necessidades reais da população, considerando as limitações tecnológicas locais e a inclusão digital. Com isso, o aplicativo se torna uma ferramenta acessível mesmo em cenários com pouca conectividade ou ausência de dados móveis.

A proposta é oferecer uma solução moderna, funcional e inclusiva, voltada para a realidade do município, contribuindo com a mobilidade urbana e promovendo um uso mais eficiente do transporte público local.

Figura 12 – Arquitetura do sistema Rotas Parauapebas



Fonte: Elaborada pelo próprio Autor (2025).



4.6 Testes e resultados

Para assegurar o funcionamento do aplicativo *Rotas Parauapebas*, foram conduzidos testes abrangendo funcionalidades, usabilidade e desempenho. O objetivo foi validar os requisitos implementados e avaliar a experiência dos usuários em diferentes condições de uso, simulando situações reais enfrentadas por moradores que dependem do transporte público local.

Nos testes funcionais, cada recurso do sistema foi verificado com base nos requisitos estabelecidos. Foram avaliadas a exibição de paradas próximas, o traçado de rotas, a visualização de horários estimados e a busca por nome de parada. Também foram testadas as telas de login e cadastro quanto à estrutura, clareza dos campos e fluxo de navegação. Todos os testes funcionais foram bem-sucedidos, com pequenos ajustes voltados à responsividade em diferentes dispositivos e resoluções de tela.

Para os testes de usabilidade, foi reunido um grupo de seis usuários voluntários, residentes em Parauapebas, com diferentes perfis. O foco foi observar a facilidade de uso e possíveis barreiras de compreensão. Os participantes demonstraram boa adaptação à interface e relataram facilidade ao localizar paradas e interpretar rotas. Sugestões como ajuste no tamanho da fonte e contraste visual foram incorporadas após os testes. A avaliação geral foi positiva, destacando a utilidade do app no cotidiano e a clareza das informações exibidas.

No desempenho, o aplicativo foi testado em aparelhos Android com 2 GB e 4 GB de RAM. O tempo médio de carregamento inicial foi de aproximadamente 1,5 segundos, enquanto o traçado de rotas variou entre 0,8 e 1,2 segundos. Em sessões contínuas de uso, o sistema demonstrou estabilidade, funcionando sem falhas por até 40 minutos consecutivos, o que indica robustez mesmo em dispositivos de entrada.

Os resultados obtidos indicam que o aplicativo está tecnicamente pronto para uso real, com desempenho sólido, boa aceitação e aderência às funcionalidades propostas. O conjunto dos testes reforça a viabilidade da solução, sobretudo pela contribuição prática que oferece à mobilidade urbana em Parauapebas e pela experiência positiva relatada pelos participantes da avaliação.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de um aplicativo móvel voltado à melhoria da mobilidade urbana no município de Parauapebas, por meio da oferta de informações organizadas e acessíveis sobre o transporte coletivo. A partir da identificação dos principais desafios enfrentados pela população local, como a falta de previsibilidade de horários, a dificuldade em localizar paradas e a ausência de integração entre linhas, foi possível propor uma solução tecnológica funcional, eficiente e de fácil uso.

O aplicativo Rotas Parauapebas foi projetado com foco na experiência do usuário e desenvolvido utilizando tecnologias modernas como Flutter, Dart e a API do Google Maps. As funcionalidades implementadas, como a exibição de paradas próximas, traçado de rotas, previsão de horários e interface multilíngue, demonstraram-se eficazes tanto em testes técnicos quanto em avaliações com usuários reais. Os resultados obtidos apontam para um sistema estável, com boa usabilidade e potencial de impacto positivo na rotina dos cidadãos, especialmente daqueles que dependem do transporte coletivo para atividades essenciais do dia a dia.

Além da implementação técnica, o projeto também considerou aspectos éticos, legais e sociais. Foram adotadas medidas para garantir a proteção dos dados pessoais dos usuários, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (Brasil, 2018), assegurando que a navegação ocorra de forma segura e transparente. As decisões de design priorizaram a inclusão digital, tornando o sistema acessível mesmo em dispositivos com recursos limitados. Essas preocupações refletem o compromisso do projeto com uma abordagem responsável e consciente no uso de tecnologias aplicadas à mobilidade urbana. Tais cuidados também contribuem para a credibilidade e aceitação da ferramenta junto à população, promovendo confiança na utilização da solução proposta.

A metodologia adotada, com base em práticas ágeis e análise contínua de requisitos, permitiu o desenvolvimento iterativo do sistema e a rápida adaptação às necessidades identificadas. A aplicação do framework SCRUM foi essencial para organizar as entregas, priorizar funcionalidades e manter o foco nas expectativas do usuário. O uso de versões incrementais e o acompanhamento constante dos



resultados possibilitaram ajustes durante o processo, reduzindo falhas e desperdícios. A gestão de testes e os feedbacks recebidos dos usuários voluntários contribuíram diretamente para o aprimoramento do aplicativo, consolidando-o como uma solução prática e contextualizada à realidade local. O processo de validação em múltiplos dispositivos também reforçou a robustez da aplicação.

Como contribuição, o projeto oferece à população uma ferramenta que pode facilitar significativamente o planejamento de deslocamentos, além de fomentar uma relação mais eficiente entre cidadãos e o sistema de transporte público. Segundo Gomes e Paiva Júnior (2024), o uso da tecnologia é um fator estratégico para tornar o transporte coletivo mais acessível, integrado e eficiente, principalmente em contextos urbanos com infraestrutura desigual. A aplicação desse tipo de solução também pode auxiliar a gestão pública na tomada de decisões mais assertivas sobre transporte, fluxos urbanos e planejamento territorial. Com dados mais organizados e acessíveis, o poder público pode visualizar gargalos, planejar melhor rotas e até otimizar investimentos em mobilidade.

A longo prazo, espera-se que a adoção de ferramentas como o Rotas Parauapebas contribua para a redução do uso de veículos particulares, promovendo um modelo de mobilidade mais sustentável e igualitário. Em uma sociedade cada vez mais conectada, como aponta Castells (2003), o acesso à informação digital torna-se essencial para garantir o exercício pleno da cidadania e da inclusão social. Dessa forma, o aplicativo ultrapassa o campo técnico e assume uma função social relevante, oferecendo uma alternativa viável para a modernização do transporte público em cidades de médio porte como Parauapebas.

Além disso, este trabalho representa uma valiosa contribuição para a comunidade acadêmica e para os profissionais da área de tecnologia e mobilidade urbana. Ao documentar o processo completo de análise, desenvolvimento e testes, a pesquisa oferece subsídios para estudos futuros e pode servir como base para iniciativas similares. Espera-se, assim, inspirar soluções inovadoras que dialoguem com as necessidades reais da população, reforçando a importância da pesquisa aplicada no contexto do desenvolvimento regional. O conhecimento gerado também poderá ser compartilhado em eventos, simpósios e discussões técnicas voltadas à inovação social.



REFERÊNCIAS

Araújo, M. R. M., Oliveira, J. M., Santos de Jesus, M., Rezende de Sá, N., Côrtes dos Santos, P. A., & Cavalcante Lima, T. (2011). **Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida**. *Psicologia & Sociedade*, 23(3), 15–25. <https://doi.org/10.1590/S0102-71822011000300015>.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 maio 2016. Disponível em: <<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2025.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Ofício Circular nº 17/2022/CONEP/SECNS/MS. Orientações sobre submissão de pesquisas ao sistema CEP/CONEP**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/CONEP/Oficio_17_2022.pdf>. Acesso em: 11 maio 2025.

CARVALHO, C. H. R. (2016). **Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil**. Brasília: Ipea. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br>.

CASTELLS, Manuel. **A galáxia da Internet: reflexões sobre a Internet, os negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

GETEC. 2024. Pag. 2. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.bre/index.php/getec/article/view/3398>. Acessado em: 21 de março de 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

GOMES, J. M.; PAIVA JÚNIOR, F. G. (2024). **A utilização da tecnologia no apoio à mobilidade urbana: o caso do CittaMobi aplicativo mobile**. *Revista Caderno Pedagógico*, Studies Publicações e Editora Ltda., Curitiba, v. 21, n. 4, p. 01-21. DOI: 10.54033/cadpedv21n4-057.

Kato, R. B., Bordalo, B. M., & Camelo, T. da S. (2016). **Análise de percepção qualitativa do transporte público: um estudo de caso na cidade de Belém/PA**. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 11(2). <https://doi.org/10.5216/reec.V11i2.34508>.

LUCHO, I. R.; ROCHA, B. S. (2024). **A prática da teoria – vivenciando a Internet das Coisas na mobilidade urbana**. *Revista XYZ*, Volume 15.

LUCHO, Iago Ramos. **Inteligência artificial no trânsito**. *Revista FT*, v. 29, n. 140, 19 nov. 2024. ISSN 1678-0817. DOI: 10.69849/revistaft/ra10202411191030.

MACHADO, F. N.R. **Análise e Gestão de Requisitos de Software: Onde nascem os sistemas**. São Paulo: Saraiva, 2018. v. 3. Pag. 27. Disponível em:



<https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=MYdiDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=an%C3%A1lise+de+requisitos+software&ots=DIWdjye3H-&sig=GfIElepoEhPs4pEzdzq11pFZUbqY#v=onepage&q&f=true>.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MENEZES, Marly de; FALCO, Marcelo; BONTEMPO, Ricardo; GOTTSFRITZ, Augusto. **A prática da teoria – vivenciando a Internet das Coisas na mobilidade urbana**. In: SIGraDi 2017, XXI Congresso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital, 22–24 nov. 2017, Concepción, Chile. Anais do Congresso. [S.l.]: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://pdf.blucher.com.br/designproceedings/sigradi2017/029.pdf>. Acesso em: 26 maio 2025

MORAIS, A.; ZANIN, A. **Scrum aplicado ao desenvolvimento ágil de software**. São Paulo: Ciência Moderna, 2020.

PARAUAPEBAS. **Plano de Mobilidade Urbana de Parauapebas. Prefeitura Municipal de Parauapebas, 2023**. Disponível em: <https://parauapebas.pa.gov.br/seguranca-e-defesa-do-cidadao/plano-de-mobilidade-urbana/>. Acesso em: 26 maio 2025.

SABBAGH, Rafael. **Scrum: gestão ágil para projetos de sucesso**. São Paulo: Casa do Código, 2014.

SANTOS, C. R. dos; MORAES, F. X. de; Herculí, R. B.; Neto, U. S.; Oliveira, V. de. (2022). **Otimização do espaço-tempo: um estudo sobre a informação dinâmica do tráfego de pessoas no transporte coletivo**. Curitiba: Fundação Dom Cabral.

SILVA, L. G. P.; COSTA, R. M. **Análise das técnicas para levantamento de requisitos e suas aplicações em projetos de tecnologia**. Revista GETEC, Monte Carmelo – MG, v. 9, n. 18, p. 1–12, jul./dez. 2024. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/3398/2115>. Acesso em: 26 maio 2025.

SILVA, Nathanael Moraes; SILVA, Iracema Rocha; ACIOLY, Thiago Machado da; VIANA, Diego Carvalho. **Modelo de negócios baseado na Internet das Coisas: uma análise das oportunidades de novos negócios – revisão de literatura**. *Interações (Campo Grande)*, v. 24, n. 2, p. 717–726, Abr./Jun. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v24i2.3685>.

ZANIN, Aline; JÚNIOR, Paulo A P.; ROCHA, Breno C.; et al. **Qualidade de software**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. E-book. p.63. ISBN 9788595028401. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595028401/>. Acesso em: 23 mar. 2025.



Página de assinaturas



Yuri Araújo
060.485.432-39
Signatário



Adriano Bollas
669.522.202-91
Signatário



Antonio Silva
032.290.192-88
Signatário



Sara Carvalho
017.799.872-50
Signatário

HISTÓRICO

- | | | |
|-------------------------|---|---|
| 12 jul 2025
23:07:39 |  | Yuri De Sousa Araújo criou este documento. (Email: yurisousa998@gmail.com, CPF: 060.485.432-39) |
| 12 jul 2025
23:07:40 |  | Yuri De Sousa Araújo (Email: yurisousa998@gmail.com, CPF: 060.485.432-39) visualizou este documento por meio do IP 177.87.165.163 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil |
| 12 jul 2025
23:07:45 |  | Yuri De Sousa Araújo (Email: yurisousa998@gmail.com, CPF: 060.485.432-39) assinou este documento por meio do IP 177.87.165.163 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil |
| 12 jul 2025
23:57:02 |  | Adriano Louzada Bollas (Email: adriano.louzadabollas@gmail.com, CPF: 669.522.202-91) visualizou este documento por meio do IP 200.124.94.192 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil |
| 12 jul 2025
23:57:07 |  | Adriano Louzada Bollas (Email: adriano.louzadabollas@gmail.com, CPF: 669.522.202-91) assinou este documento por meio do IP 200.124.94.192 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil |
| 14 jul 2025
23:00:53 |  | Antonio Soares da Silva (Email: ads@fadesa.edu.br, CPF: 032.290.192-88) visualizou este documento por meio do IP 45.7.26.146 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil |
| 14 jul 2025
23:00:55 |  | Antonio Soares da Silva (Email: ads@fadesa.edu.br, CPF: 032.290.192-88) assinou este documento por meio do IP 45.7.26.146 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil |
| 15 jul 2025
11:07:54 |  | Sara Carvalho (Email: csaradeboracontato@gmail.com, CPF: 017.799.872-50) visualizou este documento por meio do IP 177.54.229.178 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil |



15 jul 2025
11:08:02



Sara Carvalho (Email: csaradeboracouto@gmail.com, CPF: 017.799.872-50) assinou este documento por meio do IP 177.54.229.178 localizado em Parauapebas - Pará - Brazil

