
Busline: um protótipo de solução para o rastreamento de ônibus em Franca

Lucas Cintra Garcia
Graduado em Engenharia de Software – Uni-FACEF
luucascintrag@gmail.com

Carlos Eduardo Lourenço Ferreira
Graduado em Engenharia de Software – Uni-FACEF
celourenco312@gmail.com

Cláudio Eduardo Paiva
Docente do Uni-FACEF
claudioeduardopaiva@gmail.com

Resumo

O transporte público é um setor vital para o funcionamento da sociedade como um todo e é utilizado por uma parcela significativa da sociedade todos os dias, processo no qual a tecnologia possui muito a acrescentar. Com isso em mente, o objetivo deste trabalho é apresentar um protótipo de software que permite aos usuários da cidade de Franca rastrear ônibus, rotas e pontos de embarque, além de manter tais informações ao alcance por meio de um telefone móvel. A criação de softwares desse tipo permite que os usuários tenham mais controle de tempo e, conseqüentemente, dos seus processos diários, assim impulsionando a qualidade do serviço ofertado e facilitando o cotidiano de quem usa. Para que fosse possível a construção desse projeto foi realizada uma pesquisa qualitativa com cidadãos que utilizam ou já utilizaram algum ônibus na cidade, visando entender a viabilidade e a necessidade de um aplicativo deste tipo e sobre quais dores ele poderia atuar. Foi projetado um protótipo de telas de um aplicativo interativo para a área do transporte público, bem como foram levantadas as tecnologias e documentações atreladas a ele, utilizando-se de metodologias e conhecimentos de Engenharia de Software. Dessa forma, alcançar o objetivo de propor uma melhoria dos serviços de ônibus, expandindo os benefícios para diversas áreas e conseqüentemente gerando um diferencial de mercado através de uma interface prática, limpa e assistiva.

Palavras-chave: Solução. Ônibus. Transporte. Rastreamento. Tecnologia

Abstract

Public transport is the main sector for the working of society as a whole and is used by a significant part of society every day, and technology has many things to add to this process. With this in mind, the goal of this work is to present a prototype of a software that gives users the possibility to have more control of their time and, consequently, their daily processes, boosting the quality of service offered and making the user's life easier. To create this project a quantitative survey with citizens that uses or used any bus in the city was made, aiming to understand the viability and need of an app for this purpose and what problems it could solve. It was made screens prototype of an interactive application to the public transport area, as well as the documentation and technology linked to it, using methodologies and knowledge of Software Engineering. That way, reach the purpose goal of an improvement in the bus's services, expanding

the benefits to many areas and consequently creating a market differential with a practical, clean and assistive interface.

Keywords: *Solution. Bus. Transport. Tracking. Technology*

1 Introdução

O êxodo rural no Brasil se iniciou no meio do século XX e continua até os dias atuais, culminando em um aumento crescente e contínuo da população vivendo no ambiente urbano. Além desse aumento e acúmulo de pessoas nas cidades, a venda de carros veio com o intuito de deixar o transporte mais conveniente para os cidadãos, porém, devido ao grande número de pessoas vivendo nesses centros, as mesmas enfrentam problemas com a quantidade de veículos pessoais circulando diariamente pelas ruas, acarretando em engarrafamento das vias e no aumento da poluição, tanto do ar como sonora.

Outro problema recorrente é de pessoas estrangeiras em uma cidade que se mudam para estudar ou trabalhar e algumas vezes não têm conhecimento sobre as rotas dos transportes públicos, tornando o processo de mudança intermunicipal ainda mais difícil.

Nas grandes cidades, uma parcela numerosa da população depende do transporte público para realizar suas atividades diárias, como ir ao trabalho, ir para a escola, etc. e, devido a incidentes no trajeto, como obras no caminho, engarrafamento, acidentes de trânsito, etc, os ônibus podem atrasar, deixando as pessoas esperando no ponto por tempo indefinido podendo afetar nas atividades das mesmas.

Além disso, há a parcela dos cidadãos que apresenta alguma deficiência física e não conseguem ou têm dificuldades para utilizar ônibus, pois nem todos os ônibus possuem acessibilidade para suprir as necessidades desses indivíduos.

Diante desses problemas, o objetivo deste trabalho é apresentar um protótipo de software para monitorar os ônibus circulares na cidade de Franca e auxiliar os cidadãos a acompanhar o trajeto dos ônibus que estão esperando, avisá-los caso haja algum atraso, informar se o veículo tem acessibilidade para pessoas com alguma necessidade especial, mostrar a previsão de chegada esperada e permitir busca e salvamento dos ônibus selecionados pelo usuário.

2 Referencial Teórico

Nessa seção serão tratadas algumas estratégias usadas para geolocalização, além de expor conceitos e história sobre desenvolvimento móvel, entender a relação entre transporte público e tecnologias da informação e explorar ideias sobre prototipação e MVP (*Minimum Viable Product*).

2.1 Geolocalização

A geolocalização é um recurso que determina as posições geográficas de determinado objeto e seu uso tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, devido a serviços como Uber e IFood que possuem a funcionalidade de rastreamento de seus motoristas.

Existem diversas maneiras de se obter dados de geolocalização, entre as mais comuns pode-se citar o método por tempo de chegada da mensagem do remetente ao destinatário, tempo de voo, indicador de potência do sinal recebido, diferença de tempo de chegada, *Global Positioning System* (GPS), por redes Wi-fi, por triangulação, entre outras. Além dessas há também alguns métodos emergentes, como é o caso da identificação da localização a partir de redes LoRaWAN, que é uma tecnologia de radiofrequência que permite enviar dados por longas distância sem comprometer a latência, com baixo consumo de bateria e de transmissão (PASTÓRIO e CAMARGO, 2021). Nesse método, os dados são enviados pelos dispositivos e chegam até um *gateway*, que irá encaminhar a entrada para o servidor que os entregará para a aplicação para que possa fazer o processamento dos mesmos e realizar o rastreamento do objeto.

Das formas mais comuns mencionadas, a mais utilizada atualmente é o GPS. Segundo Monico (2002) essa tecnologia foi resultado da fusão de dois projetos norte-americanos, que visavam a criação de um programa de localização que abrangesse todo o mundo. Esse software foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América e, em sua concepção, tinha o intuito de ser utilizado apenas para fins militares. O método obtém a localização do usuário, pegando as coordenadas de quatro satélites e calculando suas distâncias em relação ao dispositivo e a partir do resultado e das coordenadas, o programa é capaz de determinar a posição do dispositivo.

2.2 Dispositivos Móveis

O surgimento e ascensão dos dispositivos móveis foi um marco histórico no contexto geral tecnológico ao se analisar todas as vantagens trazidas por eles. Tudo isso, como coloca Bottentuit Júnior (2012), devido às suas qualidades de ser leve, ágil e móvel, o que se alinha perfeitamente com a atualidade, onde há uma demanda cada vez mais constante por acessar informações em tempo real. Nesta subseção serão abordados temas que tangenciam essas tecnologias, cada vez mais inerentes ao cotidiano da população.

2.2.1. História

Apesar da popularização e predominância dos dispositivos móveis serem mais aparentes a partir do século XXI, como cita Križanović (2020), sua história tem início no ano de 1973 com primeiro dispositivo funcional chamado “DynaTAC 8000X” da Motorola, criado por Martin Cooper. Bem longe dos padrões atuais, já contava com a principal funcionalidade idealizada para esses dispositivos: fornecer mobilidade à comunicação pessoal.

Em 1992 uma revolução se deu no contexto de finalidade buscada para os telefones celulares. Nesse período, a ideia de uma comunicação móvel passou a se juntar a tecnologia dos PDA's (*Personal Digital Assistants*) que tinham como princípio facilitar o dia a dia do usuário, surgindo assim o primeiro *smartphone*: *Simon Personal Communicator*, da IBM (QUEIROZ, 2018). Nessa nova perspectiva, os dispositivos abriram novos horizontes para suas funcionalidades como música, e-mails, internet, jogos e afins.

Com funcionalidades e infraestrutura a princípio limitadas, porém, em constante evolução, a nova tecnologia foi avançando com marcos significativos, levantados por Ali (2022), como: 1992 com o envio da primeira mensagem de texto (SMS), 1998 com o primeiro conteúdo baixável vendido para celulares (um toque de celular) e 2003 que, com a crescente disseminação do 3G, inaugurou a era da internet móvel. Ao longo dos anos iam se mostrando outras grandes vantagens trazidas por esses tipos de dispositivos.

Outro ponto importante a se destacar são os sistemas operacionais que futuramente iriam dominar o mercado: iOS e Android, os quais serão melhor comentados a seguir. Esses tiveram suas primeiras aparições apenas em 2007 com Iphone 1 e 2008 com T-Mobile G1, respectivamente (SPENCER, 2023). Tais tecnologias apontaram uma grande mudança na mentalidade de construção dos sistemas operacionais, como elucida Queiroz (2018, p. 53) quanto ao IOS: “Antes do iPhone, o desenvolvimento de sistemas operacionais para smartphones não contava com um modelo definido, tornando o desenvolvimento de aparelhos algo difuso, que não seguia uma direção lógica constante”.

Wankhede (2023) coloca a década de 2010 como sendo o período da consolidação das tecnologias que dominam o mercado até hoje. Sistemas operacionais como Symbian, BlackBerry OS e Windows Mobile tentaram suprir as necessidades que o mercado exigia, porém, não conseguiram alcançar a qualidade oferecida pelas já estabelecidas Google e Apple e ficaram para trás na corrida pela atenção dos consumidores, dessa forma, se aproximando muito do atual mercado dos dispositivos móveis.

Em síntese, com funcionalidades tornando-se mais e mais completas, os avanços não param de serem nítidos, cativando passo a passo o público em geral. Para Bottentuit Júnior (2012, p. 127): “Hoje em dia, possuir um telefone celular não é mais um luxo ou de moda, é uma necessidade”, tal colocação vem ganhando mais força e os celulares vão se tornando cada vez mais itens de dependência para a sociedade atual sendo que, empresas como Google com o Android e Apple com o iOS, estão no centro dessa revolução.

2.2.2. Android

Um dos pilares que dominaram a indústria dos dispositivos móveis foi o sistema operacional Android. Seu destaque se dá pelo vasto e completo ambiente criado, como aponta Ableson et al. (2012, p. 4):

O Android é um ambiente de software escrito para dispositivos móveis. Não é uma plataforma de hardware. O Android inclui um Sistema Operacional (OS) baseado em um kernel Linux, uma rica Interface de Usuário (IU), aplicativos de usuário, bibliotecas de código, frameworks de aplicativo, suporte a multimídia e muito mais. E sim, até funcionalidades de telefone estão incluídas!

Tal qualidade e sucesso se dá muito pelas grandes empresas que estão por trás de sua criação e lançamento no mercado. Estão inclusas nesse feito uma aliança de grandes empresas de telefonia móvel e tecnologia como Motorola, Samsung, LG, Sony, Google, dentre outras que, juntas, formam a *Open Handset*

Alliance (LECHETA, 2013). Tal grupo foi criado com o objetivo de “desenvolver, manter e aprimorar o Android, trazendo inovação para a tecnologia móvel, melhorando a experiência do usuário e reduzindo os custos” (DEITEL; DEITEL; DEITEL, 2015, p.7) mantendo sempre constante sua evolução.

Por meio do suporte de grandes marcas e diversos fabricantes criando seus celulares com Android, o produto foi se espalhando rapidamente no mundo todo. Tal fato é mostrado na porcentagem da participação desse sistema no mercado global, contando com aproximadamente 72,19% de celulares entre fevereiro de 2022 e 2023 segundo o portal de análise de tráfego na web StatCounter (2023).

No ponto de vista de desenvolvimento também existem vantagens no ecossistema Android. Construído em código-fonte aberto e de forma gratuita possibilita que qualquer desenvolvedor interessado possa tanto ver como os recursos são utilizados e se comportam como realizar contribuições (DEITEL; DEITEL; DEITEL, 2015). Outro ponto válido a comentar são as linguagens utilizadas para se programar nativamente: Java, muito usada em todo o mundo, dominante no mercado até os dias de hoje e de código aberto, e Kotlin que também compila para a máquina virtual Java.

De forma geral, escolher programar aplicativos móveis para esse sistema operacional é essencial para qualquer desenvolvedor que deseja atender uma grande parte dos celulares em uso no mundo ao mesmo tempo que tem ao seu dispor toda uma infraestrutura de anos de desenvolvimento e em constante evolução.

2.2.3. iOS

Outro sistema operacional com muita credibilidade no mercado são os dispositivos iOS, abreviação de *Iphone Operation System*. Diferente do Android, essa tecnologia apenas é compatível com o hardware de sua empresa criadora, como aponta Lecheta (2014, p. 23): “Uma característica do IOS é sua única e exclusiva integração com o hardware da Apple, famosa por desenvolver bons conjuntos de hardware, o que garante um ótimo desempenho geral do sistema”.

A multinacional americana, junto a seus sofisticados e robustos dispositivos ao longo dos anos, também conquistaram uma grande parcela do mercado móvel. Segundo números do portal StatCounter (2023) a Apple durante o período de fevereiro de 2022 a 2023 contou com cerca de 27,11% das vendas de celulares globalmente, valores que indicam sua força e importância para o cenário global de celulares e *tablets*.

Esse valor é justificado por alguns fatores de qualidade para o consumidor desses dispositivos. Como aponta Queiroz (2018), a abordagem feita na construção do iOS para o público é a priorização do *design* somada a uma expertise na indústria de hardware desde a década de 70, de forma a unir utilidade, inovação e beleza em seus produtos.

Tal qualidade também se reflete no ponto de vista dos desenvolvedores. Na camada iOS existem *frameworks* que facilitam o trabalho do profissional que vai desenvolver com esse sistema de modo que, ao escolher trabalhar com eles, conta-se com funções já funcionais que agilizam o trabalho em geral, além de possuírem portabilidade muito melhor para outros dispositivos da empresa (ROCHA; NETO, 2014). Esses *frameworks* são diversos e estão distribuídos nas camadas que formam o ecossistema iOS.

Diferente do seu concorrente Android, que oferece uma liberdade de desenvolvimento multiplataforma para os principais sistemas operacionais (Windows, Mac, Linux), a Apple seguiu outro caminho (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011). Porém, como colocam os autores, para se programar nativamente em iOS é necessário utilizar o Objective C e limitar-se a desenvolver restritamente em um computador Mac. Também é possível nativamente programar em Swift, entretanto ainda assim restritamente em MacOS.

Em resumo, a Apple desenvolveu um poderoso sistema operacional que trouxe diversas novidades ao mercado móvel. Junto ao Android compõem os pilares de tecnologias desse setor e isso está justificado nos números dominantes de ambos mostrando que, quando se trata de desenvolvimento *mobile*, deve-se manter ambas sempre em pauta.

2.2.4. Desenvolvimento Híbrido

Como apresentado, existem dois sistemas operacionais dominantes para dispositivos móveis, sendo que cada um deles é desenvolvido sobre uma arquitetura específica, e isso torna necessária a utilização de linguagens de programação apropriadas para o desenvolvimento de aplicativos, como Java para Android ou Objective-C para iOS.

Um dos grandes problemas do desenvolvimento nativo é o tempo para a entrega e custo de produção, uma vez que é preciso desenvolver determinada funcionalidade duas vezes, uma para iOS e outra para Android. Porém, uma aplicação nativa é capaz de explorar de forma melhor algumas funcionalidades do dispositivo, tais como, câmera, calendário, GPS, entre outras. Tendo em vista essas informações sobre o desenvolvimento nativo, Venteu e Pinto (2018) afirmam que “se o público-alvo do aplicativo é mais exigente, buscando rapidez e confiabilidade, o app nativo é a melhor opção para atender essa demanda”.

Apesar do desenvolvimento nativo trazer diversos benefícios, a empresa que optar por este modo de trabalho deverá investir mais capital, pois será necessário que a mesma funcionalidade ou aplicativo seja desenvolvido duas vezes, exigindo uma equipe maior e profissionais especialistas em cada um dos sistemas operacionais dos dispositivos móveis. Diante dessa problemática houve a necessidade de desenvolver uma codificação de modo que a aplicação pudesse ser disponibilizada para ambos os sistemas operacionais. Essa solução é denominada desenvolvimento híbrido. Neste tipo de desenvolvimento, é realizada a codificação apenas uma vez e um *framework* transforma o código escrito em HTML, CSS, Javascript, Dart etc. em linguagem nativa e com isso, o sistema operacional do dispositivo móvel montará as telas da aplicação utilizando os seus próprios componentes (VENTEU; PINTO, 2018). Essa compilação torna possível que o aplicativo seja aberto, mesmo que o celular esteja *offline*, tornando o desenvolvimento híbrido mais recomendado que o sistema web app, em que as páginas ficam alocadas em um servidor web e o aplicativo necessita acessar esse servidor para buscar as telas da aplicação (SOUSA; BRITO; REIS, 2014).

2.3 Tecnologia e o transporte

Explorados os aspectos relacionados aos dispositivos móveis e à revolução digital atrelada ao seu progresso, podemos contextualizar esse cenário dentro do escopo deste projeto. O setor de transporte urbano há tempos vem sendo um debate recorrente no espaço público, tal fato se dá visto o rápido crescimento das grandes cidades em ritmo que a qualidade dos serviços do setor não pôde acompanhar (FOGAÇA; ALVES, 2020). Ainda segundo os autores, o resultado desse fenômeno vem se tornando em uma ineficiência e evasão do transporte público, ocasionando em maior número de veículos particulares nas ruas e maiores dificuldades na locomoção urbana.

Neste contexto, a tecnologia surge como ferramenta essencial no transporte urbano de ônibus. Isso pois, como coloca Silva (2000), a demanda por essas áreas, por mais que em declínio, existe expressivamente. Ou seja, mediante um setor competitivo, a digitalização dos processos se torna diferencial de mercado e referência de qualidade para prestadores de serviço que desejam se destacar.

Nesse quesito, a tecnologia pode auxiliar a elevar o nível dos processos e serviços e o impacto gerado é evidente (SILVA, 2000, p. 14):

“Desenvolvimentos recentes na tecnologia da informação têm proporcionado grandes avanços no gerenciamento dos sistemas de transportes. No mundo já existem várias tecnologias testadas e em funcionamento que estão auxiliando na tarefa de controle da operação do transporte público por ônibus”

Com isso em mente, seja de forma operacional quanto em questões processuais, o ganho adquirido é expressivo e vale ser ressaltado. Para atingir esse objetivo, é eluciado em que pontos de ação essas inovações devem agir e que a solução nesse trabalho tange: O ponto primordial é fornecer informações assertivas e necessárias aos usuários para que eles possam se locomover de forma mais eficiente e rápida (CUNHA, 2016).

Nassar e Vieira (2017) complementam essa ideia apontando que uma das grandes dores tida pelos indivíduos no transporte público está na disponibilização de informações de ônibus, terminais, trajetos e horários. Visto isso, ao juntar essa informação à da necessidade de se destacar no mercado, temos a síntese de que a qualidade de um produto competitivo no transporte hoje reside naquele que melhor informa seus usuários com dados relevantes para utilizar seu serviço.

Outro fator de válida menção que sempre deve ser mantido em mente nessas tecnologias se trata das pessoas com deficiências. Como coloca Rabelo (2008, p. 7): “Transportar passageiros não se resume em levar pessoas de um lugar para outro com rapidez sem que haja preocupação com segurança, autonomia e facilidade de acesso”, com ênfase no acesso a “todos”, independente da condição.

Sistemas criados pensando em indivíduos deficientes são conhecidos como assistivos e são feitos de forma a abranger o processo de construção de um software como um todo, desde produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas até serviços (DA CRUZ et al, 2015). Esse tipo de solução cresce diretamente proporcional à sensibilidade da sociedade como um todo em relação às pessoas com necessidades especiais. Fato o qual vem ocorrendo, porém ainda com grande caminho a percorrer, como exemplificado em pesquisa feita pela empresa BigDataCorp e Movimento Web Para Todos (2020) que constatou que menos de 11% dos botões em mais de 2 mil aplicativos tinham a rotulagem mínima necessária.

Em resumo, a tecnologia e o transporte são áreas que, ao andar juntas, produzem bons resultados. Seja em questão ambiental, informativa, inclusiva ou quanto diferencial de mercado, estar atento aos avanços digitais é base para um serviço de qualidade nesse setor nos dias de hoje.

2.4 *Smart cities*

Como abordado, muitas cidades sofreram com problemas de acompanharem seu crescimento e a alteração de paradigmas de forma geral da sociedade. Esse fato impacta os cidadãos como um todo, pois retrata uma incapacidade governamental de aplicar suas políticas urbanas necessárias o que gera insustentabilidade social e ambiental generalizada nas ruas (NETO, ROLT, ALPERSTEDT, 2018).

Porém, assim como em outros momentos da história, as cidades se adaptaram e dessa vez com uma ferramenta muito poderosa: a tecnologia. Através dela criou-se um novo modelo de estruturação denominado *smart cities*, centros urbanos focados em gestão eficiente de recursos com intuito de melhorar o ambiente como um todo (CUNHA, 2016).

Tal termo de extrema importância carrega uma forma de pensar as metrópoles e abrange tecnologias e metodologias diversas específicas para cada setor. No setor de transporte público o conceito é expandido para a *smart mobility* (mobilidade inteligente) e essa ideia é tida como sendo o futuro do setor: sistemas integradores funcionais e de impacto ambiental baixos, como coloca a autora (CUNHA, 2016).

Paiva e Sara et al (2021) elencam os pontos principais dessa nova mobilidade urbana: flexibilidade, eficiência, integração, sustentabilidade, segurança, benefícios sociais, automação, conectividade, acessibilidade e experiência do usuário. Todos esses pilares juntos transformam o setor tradicional e trazem dinamicidade elevando a qualidade da experiência de quem utiliza. Sistemas integradores e eficientes visando resolver um problema recorrente de grandes cidades como trânsitos lentos e engarrafamentos extensos e caóticos.

Outro ponto também abrangido nesse contexto é a gestão das informações. O ambiente das *smart cities* fomenta a criação de uma rede de rastreamento de dados dos serviços utilizados pelos cidadãos que futuramente são usados para melhorias sociais e técnicas dentro do âmbito das cidades inteligentes (NETO, ROLT e ALPERSTEDT, 2018). Esse monitoramento pode ser tanto passivo quanto ativo e gera frutos a curto e longo prazo, sendo um exemplo a verificação da necessidade de melhorias na acessibilidade do transporte público dentro de uma metrópole. Essa característica tange o objetivo desse trabalho que, sob essa óptica citada, vê-se o Busline como uma via de mão dupla com o usuário fornecendo informações úteis e angariando novas para melhorias futuras.

Dessa forma, visto a característica informativa e do objetivo em melhorar a qualidade dos serviços é possível abstrair que o protótipo percorrido nesse projeto é um passo importante para a modernização das cidades rumo ao conceito de *smart city*.

2.5 Prototipação e MVP

A prototipação de um software é um dos processos de planejamento do desenvolvimento, em que é criada uma versão inicial do produto para iniciar os processos de exploração de ideias para o fluxo de uso, além de ser uma maneira mais eficaz de validar os requisitos, uma vez que o protótipo pode ser exposto ao cliente, para que ele possa avaliar se o sistema está conforme as suas expectativas (Wagner Hörlle, 2021). Outro modo de uso da prototipação é na elicitación dos requisitos, para isso, é recomendado que seja desenvolvido um protótipo de baixa fidelidade (para que não seja demandado muito tempo de desenvolvimento) que tem como objetivo apenas mostrar o que seria o sistema, sem possuir representação visual complexa, facilitando assim que os desenvolvedores e clientes consigam se comunicar e alinhar expectativas (ROSEMBERG et al, 2008).

O *minimum viable product* (MVP) é um artefato que contém funcionalidades básicas para que o produto seja considerado entregável. Construir um MVP é um processo iterativo no qual a equipe de design deve apresentar constantemente suas propostas aos *stakeholders*, e estes devem dar *feedbacks* rapidamente, com o intuito de tornar o processo o mais dinâmico possível (LENARDUZZI, TAIBI, 2016). Com o MVP é possível coletar o máximo de informações valiosas com o mínimo de esforço possível, tornando-se uma valiosa estratégia para o processo de desenvolvimento de software.

MVP é ainda um artefato de um método de desenvolvimento denominado *Lean Startup*, criado por Eric Ries. De acordo com Ries *apud* Lenarduzzi e Taibi (2016), o desenvolvimento do produto pode ser a combinação de três ideias: hipótese orientada a negócios, experimentação e lançamento iterativo de produtos. Essa combinação faz com que haja a redução de riscos de encarecimento de funcionalidades, uma vez que, sempre que é lançado um novo MVP, o cliente já o analisa e gera um *feedback* para a equipe, minimizando o retrabalho de algum módulo do sistema após ser desenvolvido.

Sommerville (2018) diz que um dos grandes gargalos da elicitación de requisitos é, muitas vezes, o *stakeholder* não saber o que quer, ou não saber expressar suas necessidades e expectativas. Com um Protótipo ou MVP, a comunicação e alinhamento desses pontos se torna mais assertiva, pois o *stakeholder* possui uma representação visual do que o sistema fará.

3 Métodos e Ferramentas

Utilizando as tecnologias previamente citadas, iniciou-se a idealização de um projeto que pudesse auxiliar a população que utiliza transporte público. Isso é, por meio de um aplicativo móvel, fornecer informações, em tempo real e no alcance do celular, sobre os ônibus circulares da cidade de Franca.

Almejando entender melhor as dores que poderiam ser sanadas com uma solução dessa área, foi realizada uma pesquisa de caráter qualitativo. Seu alcance foi visando o público-alvo: moradores francanos em geral que já utilizaram desse transporte na região e poderiam trazer *feedbacks* sobre pontos de atenção baseados em suas experiências. As respostas da pesquisa auxiliaram na criação dos requisitos necessários para o desenvolvimento da solução proposta.

Sendo assim, o primeiro passo para atingirmos esse objetivo foi a elaboração das perguntas do formulário de pesquisa. Utilizou-se a plataforma Google Forms para montar 10 perguntas, sendo a maioria de múltipla escolha e algumas podendo o próprio questionado adicionar comentários ou alternativas. Na Figura 1 estão listadas as perguntas.

O questionário foi aplicado entre os meses de março e julho de 2023 e foram obtidas 64 respostas dos respondentes. A análise das informações fornecidas mostrou um público-alvo que majoritariamente vivencia problemas enquanto utiliza ônibus circulares e que até então nunca utilizou/conheceu algum serviço que os solucionasse, como mostram os Gráficos 1 e 2.

Constatada a dor mais comum entre os entrevistados, foi possível, analisando as respostas às perguntas 9 e 10, abstrair, como um software voltado a essa área poderia auxiliar o usuário que, até então, em sua maioria, não utilizava aplicativos de rastreamento no seu dia a dia.

Com o questionário feito, iniciou-se a eliciação de requisitos. Como coloca Sommerville (2018, p. 39): “Especificação do software ou engenharia de requisitos é o processo de compreender e definir quais serviços são necessários para o sistema e identificar as restrições sobre sua operação e desenvolvimento”. Ou seja, baseado em uma análise dos dados coletados contundente sobre os dados pegos anteriormente foi feita a elaboração das necessidades que do aplicativo deveria abranger, sendo especificados 28 requisitos funcionais e 8 não funcionais. A Figura 2 apresenta os requisitos referentes à marcar ônibus como favoritos.

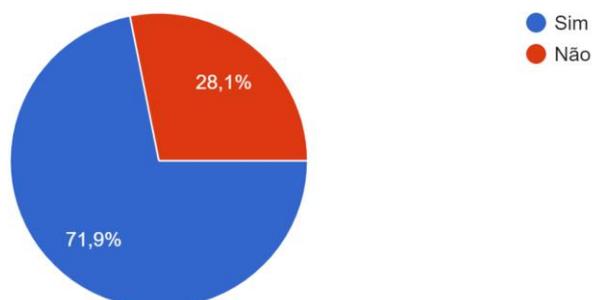
Figura 1 Perguntas do formulário

1. Qual sua idade?
2. Com qual frequência você usa algum serviço de ônibus?
3. Você já perdeu o ônibus alguma vez?
4. Você tem o costume de pegar frequentemente (mais de uma vez por semana) o mesmo ônibus?
5. Você já utilizou algum aplicativo de rastreamento de ônibus antes?
6. Se respondeu sim na questão anterior, qual foi sua experiência?
7. O ônibus que estava esperando, já atrasou alguma vez?
8. Você possui alguma deficiência física?
9. Se houvesse algum aplicativo que rastreia ônibus em tempo real e os mostra, quais das funcionalidades não podem faltar nesse aplicativo?
10. Tem alguma funcionalidade que seria importante para o aplicativo que não está listada acima?

Fonte: autoria própria

Gráfico 1 - Gráfico de análise das respostas da pergunta 3

Você já perdeu o ônibus alguma vez?
64 respostas

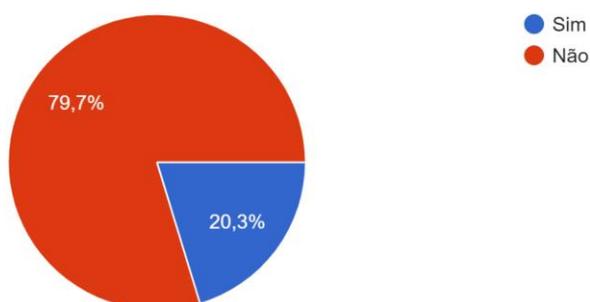


Fonte: Autoria própria, 2023

A partir dos requisitos foram gerados o BPMN e o Caso de Uso do projeto, utilizando-se a linguagem UML e a ferramenta draw.io de modo a mapear os processos do software e identificar as principais atividades que o usuário e o administrador precisam executar no aplicativo de monitoramento de ônibus circular. O Caso de Uso do projeto pode ser visualizado na Figura 3. Todos os documentos citados estão disponíveis no Github, no link: <https://github.com/cadu-LF/Documentos-TCC-2023>.

Gráfico 2 - Gráfico de análise das respostas da pergunta 5.

Você já usou algum aplicativo de rastreamento de ônibus antes
64 respostas



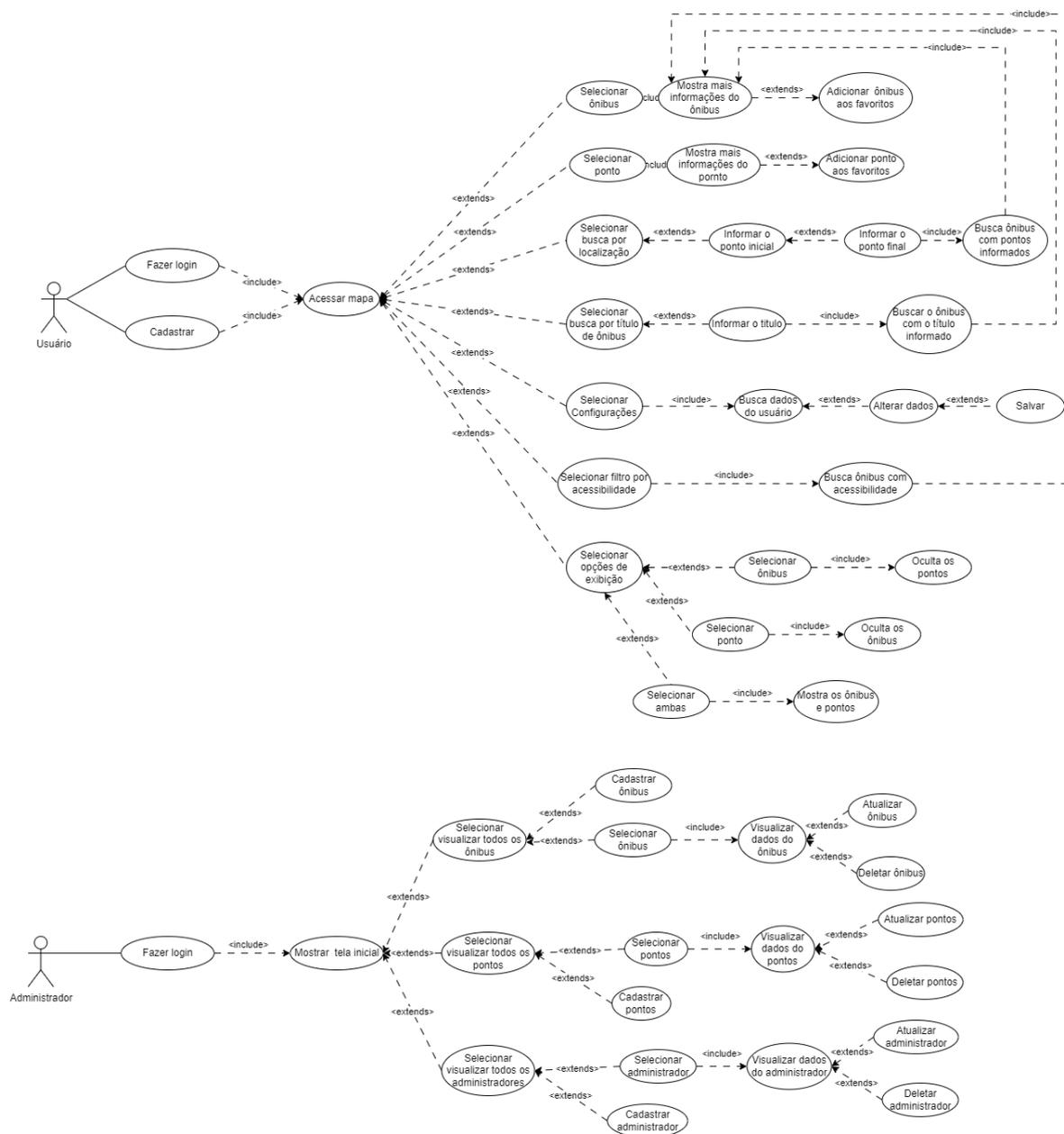
Fonte: Autoria própria, 2023

Figura 2 - Requisitos relacionados com a entidade dos ônibus

ID: RF 005	Nome do Requisito: Mostrar mais informações sobre o ônibus
Descrição ->	Deve mostrar mais informações referentes ao ônibus selecionado. Informações como: título de linha, rota completa, horários padrões, lotação/capacidade, acessibilidade para pessoas com alguma deficiência, previsão de chegada, status (atrasado ou não)
Prioridade ->	Alta
Campos ->	-
Regras de negócio ->	Para usar essa funcionalidade o usuário deve clicar sobre um ônibus ativo
ID: RF 006	Nome do Requisito: Favoritar ônibus
Descrição ->	Ao selecionar um ônibus deve haver a opção de favoritá-lo para que possa acompanhar seu itinerário, rotas e informações em geral separadamente. Ao favoritá-lo deve haver a possibilidade do usuário ligar as notificações para receber as últimas informações do ônibus (paradas, onde vai passar, etc.)
Prioridade ->	Média
Campos ->	-
Regras de negócio ->	As notificações apenas serão enviadas caso o usuário tenha permitido o envio no seu dispositivo

Fonte: autoria própria

Figura 3 - Caso de Uso



Fonte: autoria própria

4 Resultados da solução proposta

Esta seção apresenta os resultados do projeto e detalha as principais funcionalidades implementadas, com breves explicações das telas do aplicativo.

4.1 Aplicação do pedestre

A aplicação Busline traz funcionalidades que serão utilizadas pelos pedestres usuários de ônibus circulares da cidade de Franca. Ao acessar o aplicativo é apresentada uma tela com o logo da empresa e com um botão escrito “Entrar” que permite realizar o login informando email e senha, ou se registrar no sistema informando, email, senha, nome, telefone, data de nascimento e endereço (CEP, rua,

bairro e número), caso ainda não esteja cadastrado. O fluxo de login e cadastramento no aplicativo pode ser visto na Figura 4.

O usuário logado tem acesso ao mapa da cidade, onde serão exibidos os ônibus cadastrados e que estão circulando no momento, assim como os pontos em que esses veículos passarão (Figura 5). Esta tela também possui as ações:

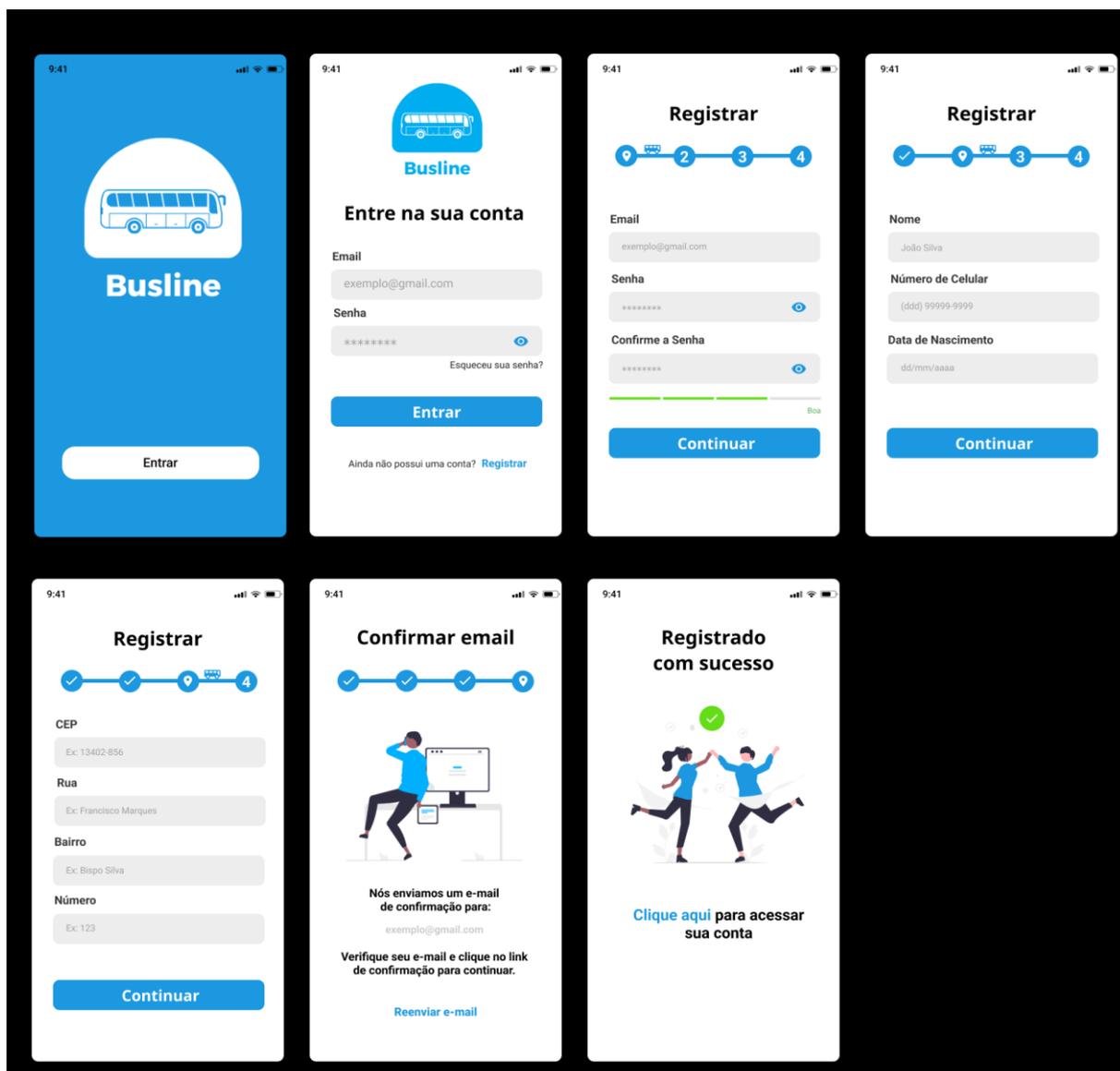
- Clicar no ônibus: exibe informações sobre o ônibus, como, título da linha, ponto de destino, itinerário, horário previsto para a chegada (informando caso o veículo esteja atrasado), capacidade e um ícone informando se o mesmo está preparado para receber pessoas com necessidades especiais. Além disso, o usuário poderá visualizar a rota completa do ônibus ao escolher o botão “Rota completa” (Figura 6).
- Clicar no ponto: exibe a ordem de chegada dos ônibus para o local selecionado assim como os horários de chegada programados. Além disso, exibe um botão para mostrar o **itinerário** completo daquele ponto. As telas de visualização dos pontos que o usuário comum acessa podem ser vistas na Figura 7.
- Abrir o menu lateral: apresenta um menu com quatro opções: “Configurações”, “Favoritos”, “Ajuda” e “Desconectar”. No primeiro botão, o usuário poderá alterar seus dados pessoais, como: nome, senha, email, número de telefone, CPF, endereço (Número, Rua, Bairro) e poderá ativar e desativar as notificações. Na opção “Favoritos”, o usuário poderá visualizar os ônibus e pontos marcados como favoritos. A opção “Ajuda” trará alguns tutoriais sobre como o aplicativo funciona, além de explicar funcionalidades. O botão “Desconectar” encerra o acesso do usuário ao sistema. As telas do menu lateral e suas opções podem ser vistas na Figura 8

4.2 Aplicação dos Administradores

Além da aplicação do pedestre, os administradores da companhia de ônibus terão acesso ao aplicativo. Para estes, a aplicação Busline garante acesso a um painel gerencial dos dados da aplicação, como os ônibus cadastrados, pontos e administradores que têm acesso a esse painel. Para acessar essa funcionalidade, o administrador precisa realizar o login, da mesma forma que o usuário pedestre e, ao clicar no menu lateral, terá a opção “Painel Administrador” com as opções: “Gerenciar ônibus”, “Gerenciar Ponto” e “Gerenciar Administradores”, conforme Figura 9.

Ao selecionar a primeira opção, o administrador poderá consultar os ônibus cadastrados, assim como buscar pelo título da linha e registrar um novo, caso necessário. Os ônibus cadastrados na aplicação poderão ser selecionados e, ao realizar essa ação, o usuário será redirecionado a uma página contendo os dados da opção selecionada, assim como a opção de editar e deletar. As telas de edição e criação de um novo ônibus são iguais, contendo os campos “Título da linha” (contendo o nome da linha), “Horário de Início” (horário em que o ônibus inicia a rota) e “Pontos” (em que o administrador poderá adicionar os pontos e os horários em que o ônibus deve passar por ali) (Figura 10).

Figura 4 - Fluxo de Cadastramento



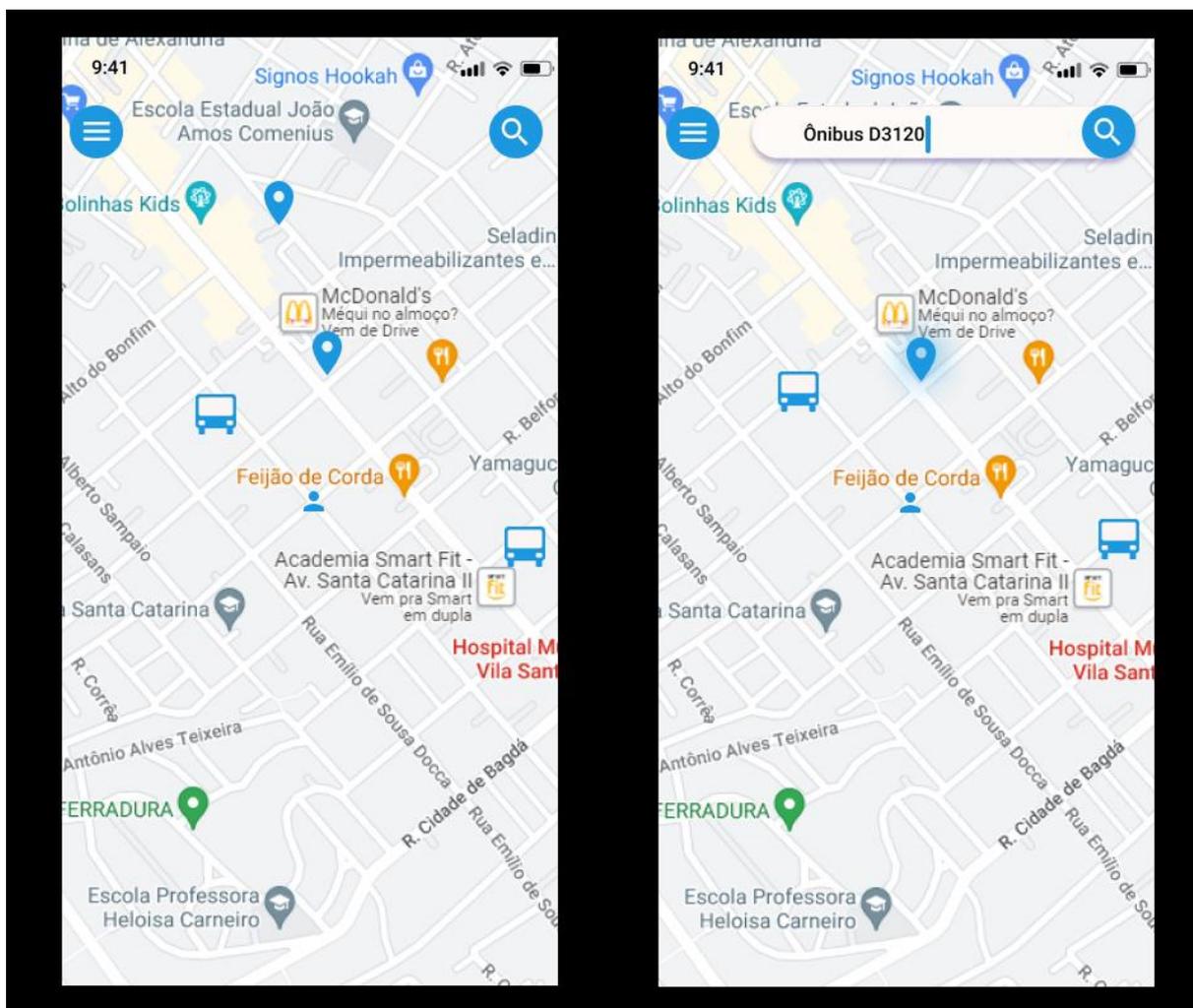
Fonte: autoria própria

A gerência de pontos conta com um tela mostrando os pontos cadastrados, uma opção para busca por um ponto específico e a opção de inserir um novo ponto. Clicar em algum ponto, redireciona o usuário para uma página contendo informações sobre o ponto selecionado, assim como a opção de excluí-lo e editá-lo. As telas de edição e registro de ponto são iguais, contendo os campos “Código do Ponto” (nome que o ponto será identificado), “Horário de Início” (horário que o primeiro ônibus passa nele) e “Ônibus” (que representará os ônibus que passaram no ponto, assim como o horário previsto para sua chegada) (Figura 11).

A gestão de administradores dá ao usuário a ação de visualizar, adicionar, remover e editar administradores do sistema. Esta opção mostra os administradores cadastrados no sistema atualmente, além de permitir filtrar pessoas em específico e adicionar um novo, caso necessário. Ao selecionar um administrador serão exibidas as informações nome e email. O campo senha será sempre oculto. Ainda é possível excluir o administrador ou editá-lo. As telas de edição e inserção de

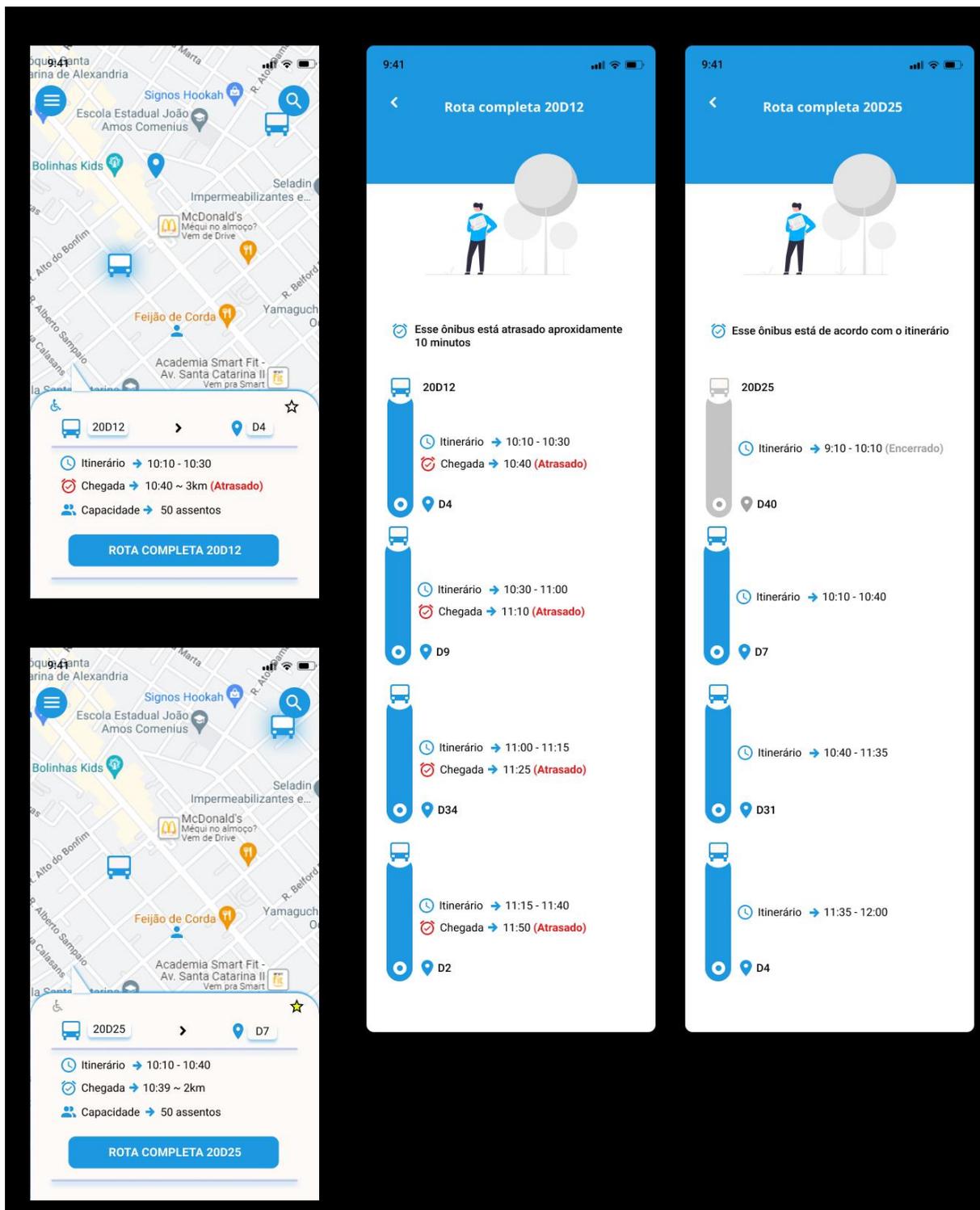
administrador são iguais, contendo os campos “Nome”, “Email” e “Senha”. Todas as telas relacionadas com essas funcionalidades podem ser vistas na Figura 12. Vale ressaltar que apenas os usuários administradores terão acesso a essa parte do sistema, e só poderão acessá-la, se forem cadastrados por um usuário que já seja administrador.

Figura 5 - Mapa inicial



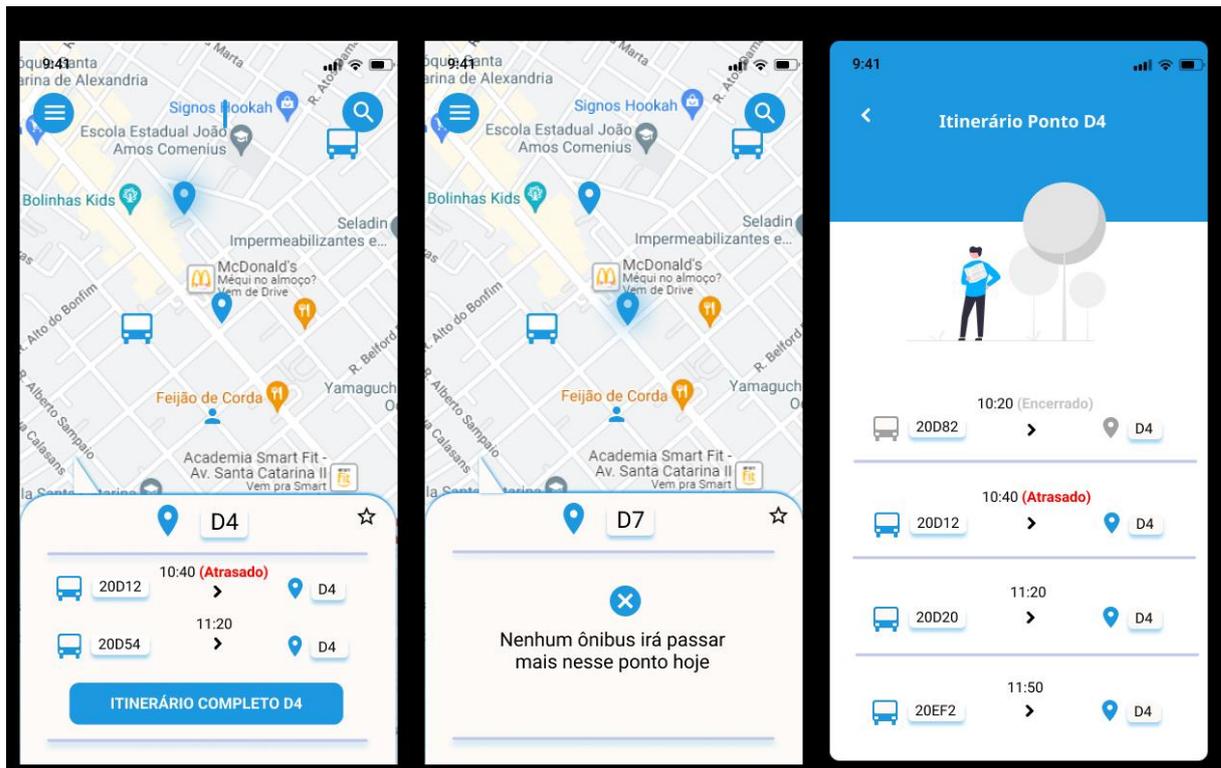
Fonte: autoria própria

Figura 6 - Telas referentes ao ônibus



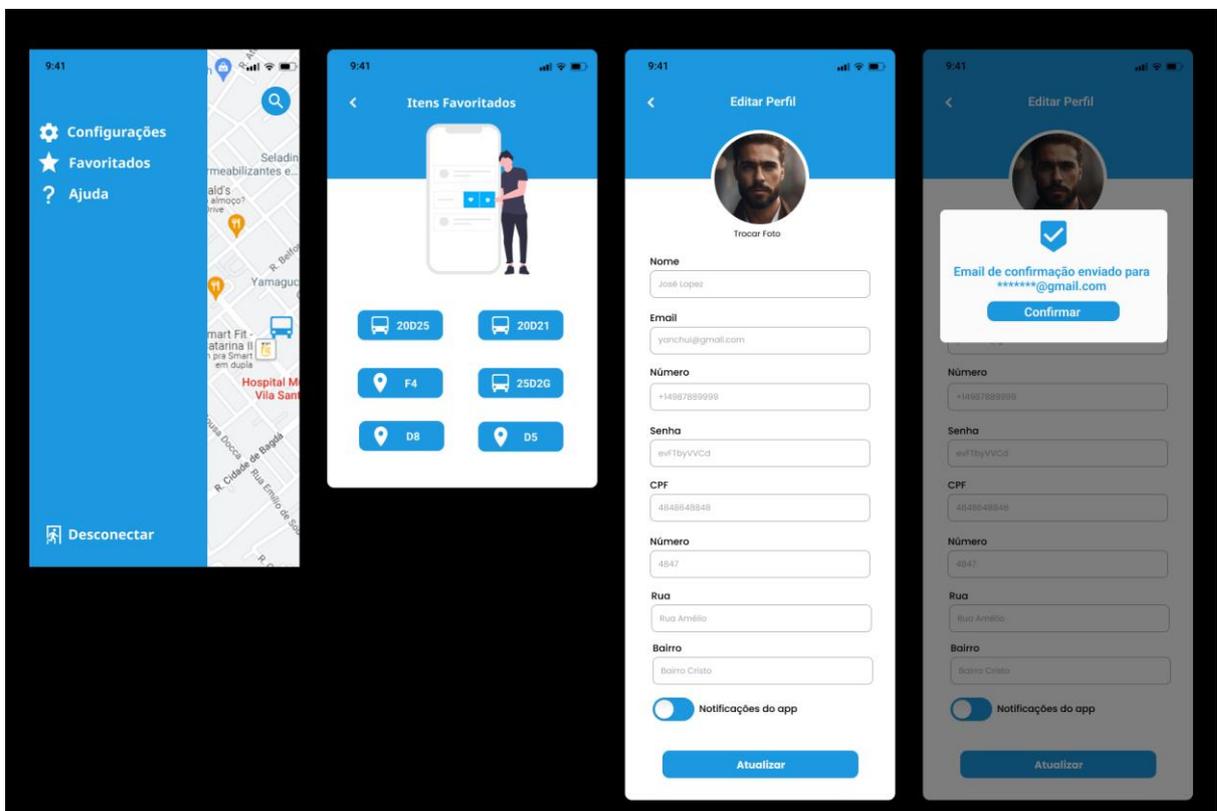
Fonte: autoria própria

Figura 7 - Telas dos pontos



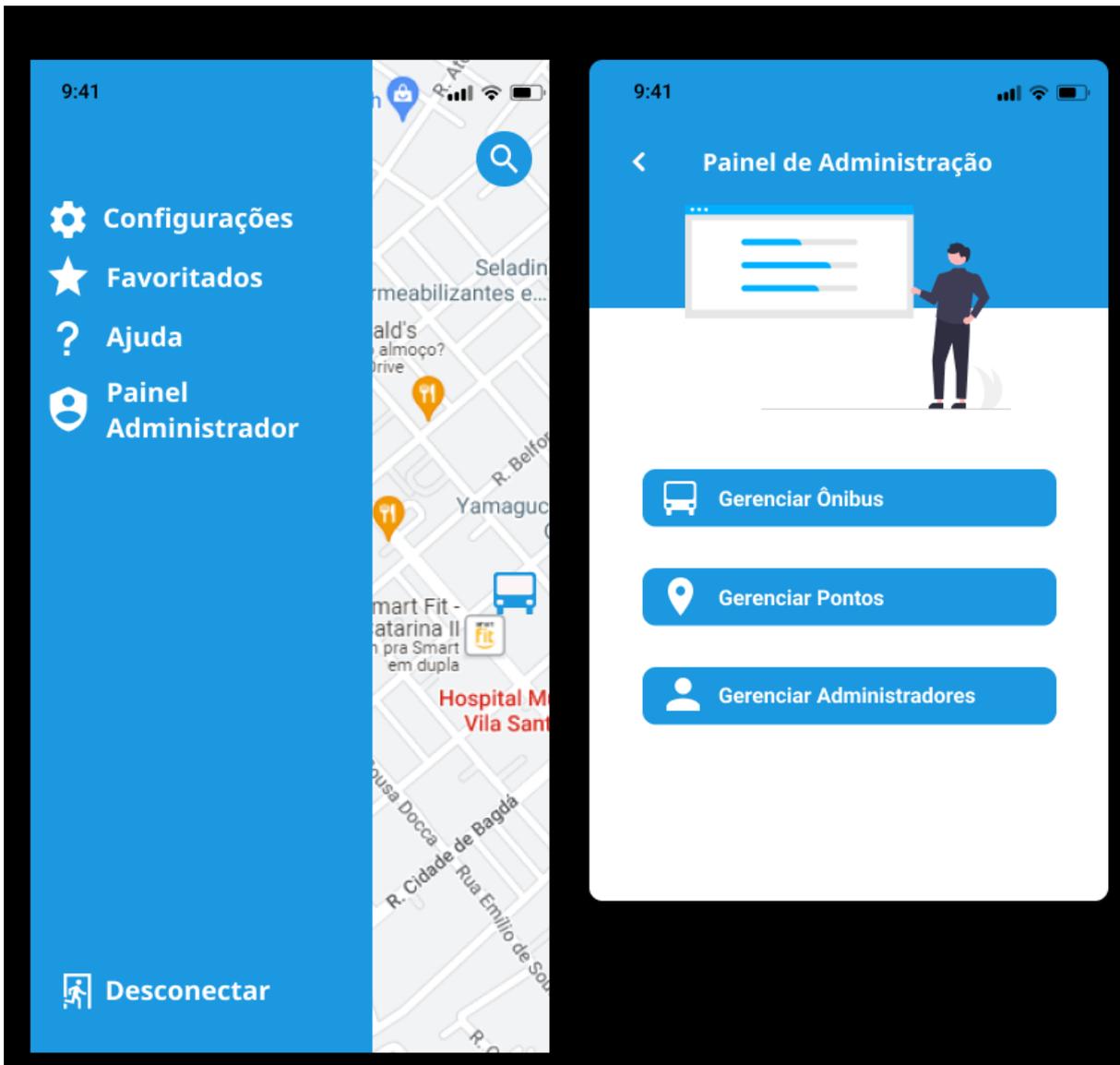
Fonte: autoria própria

Figura 8 - Menu lateral



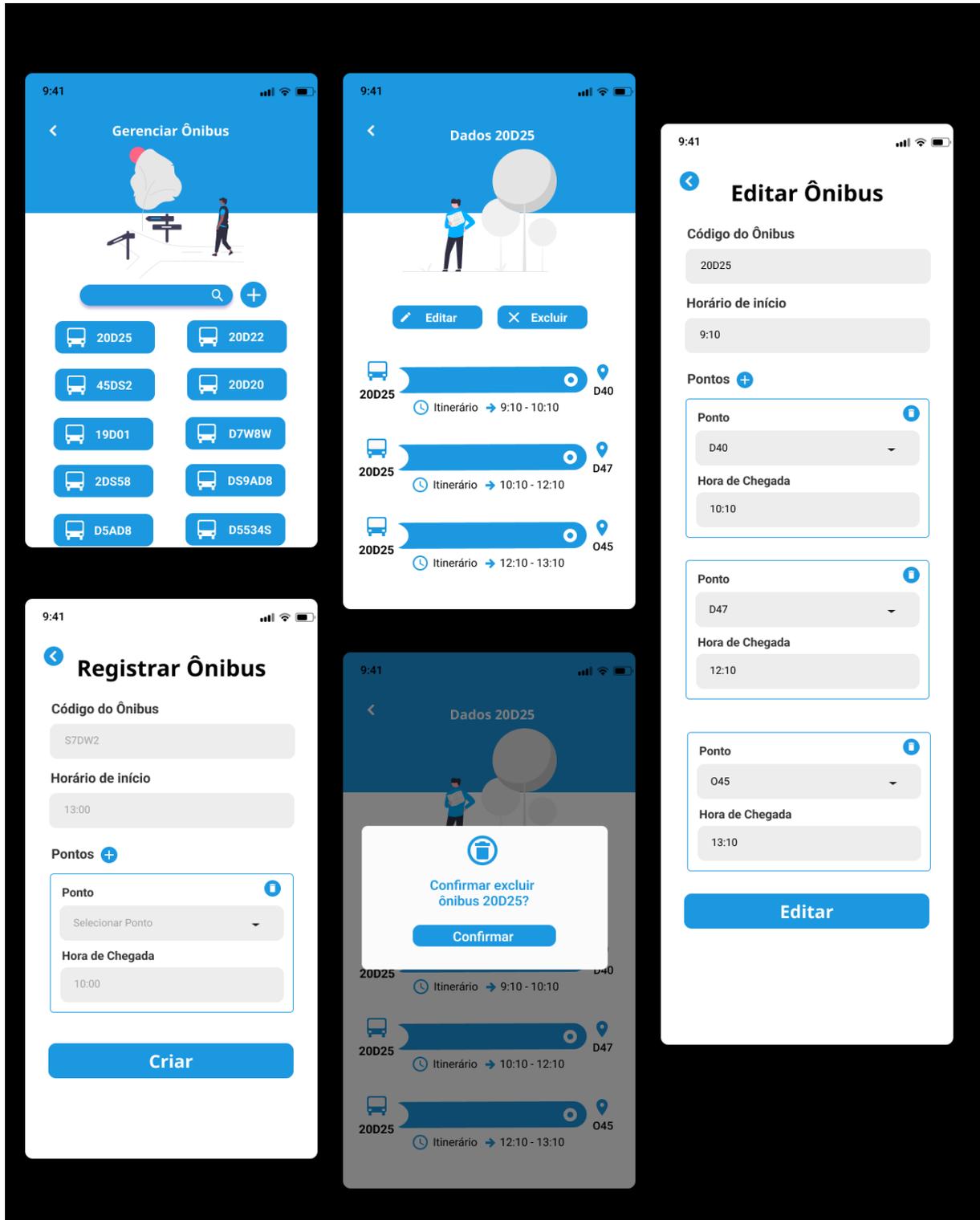
Fonte: autoria própria

Figura 9 - Tela inicial dos administradores



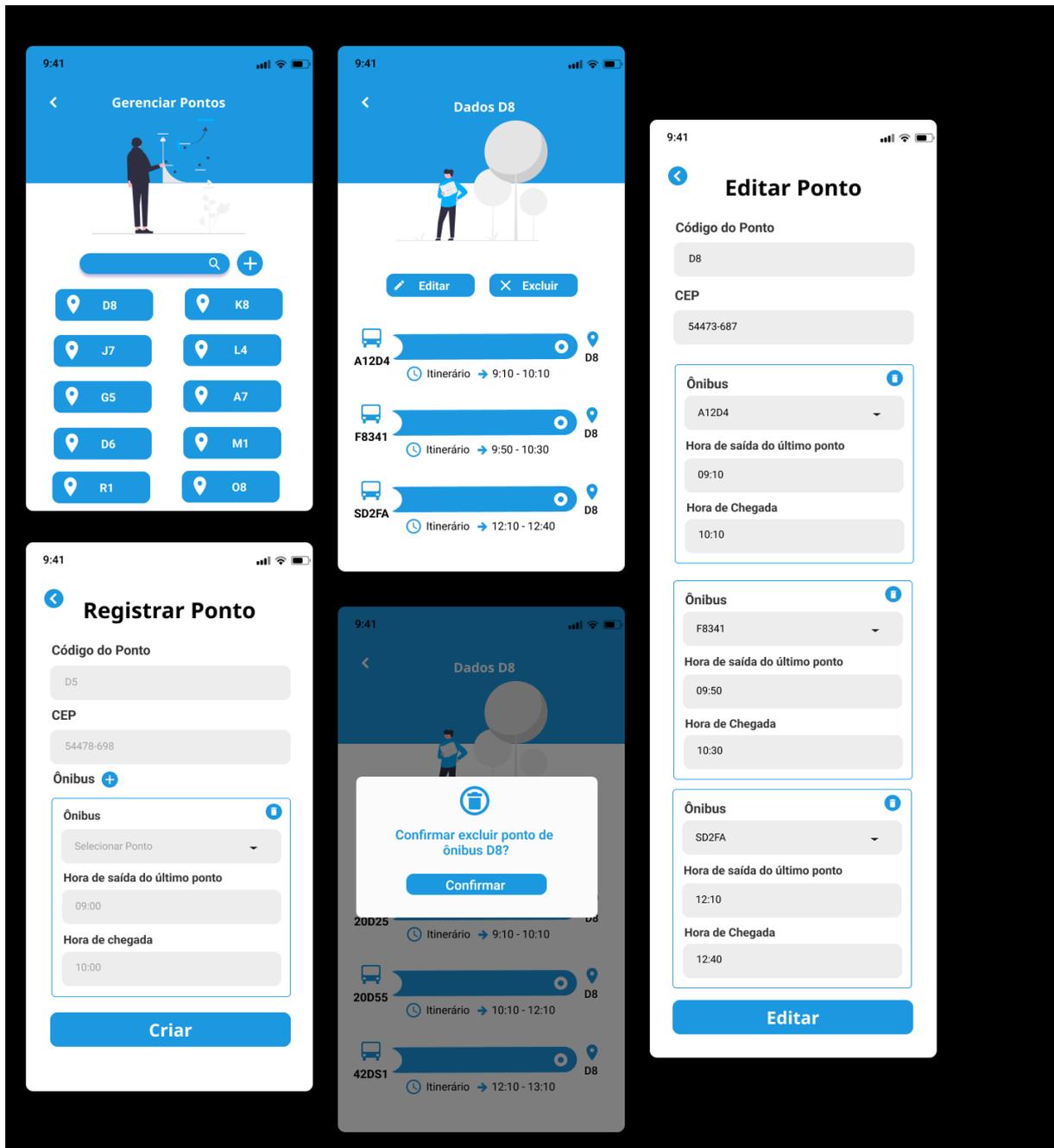
Fonte: autoria própria

Figura 10 - Gerenciamento de ônibus



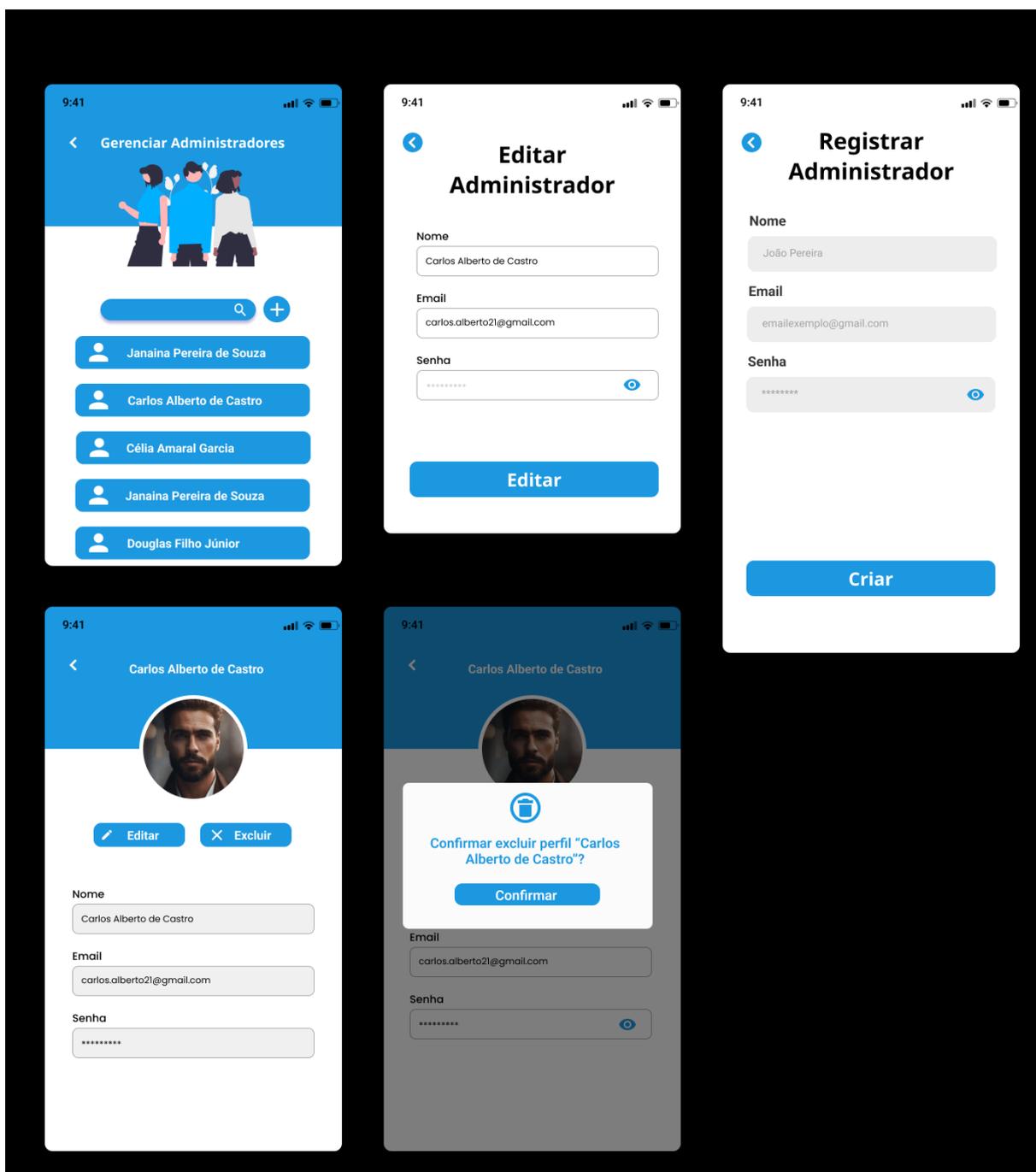
Fonte: autoria própria

Figura 11 - Gerenciamento de Pontos



Fonte: autoria própria

Figura 12 - Gerenciamento de Administradores



Fonte: autoria própria

O protótipo das telas apresentadas está disponível de forma online no link na ferramenta Figma e dividido em "Telas" e "Protótipo Funcional": <https://www.figma.com/file/nyMER5qNxVIeAVDLGATNAp/TCC---Busline?type=design&node-id=213%3A82&mode=design&t=Pz5oGY5d9IT8uoCw-1>

5 Considerações finais

A análise de todos os pontos abordados ao longo da execução desse projeto nos permitiu obter algumas conclusões importantes. Uma delas é o papel da tecnologia em trazer benefícios à sociedade, evidenciado no contexto deste projeto no âmbito do transporte público. Diariamente, por meio de computadores, *tablets* e celulares, a transformação digital está transformando o mundo. Com essa perspectiva em mente, o objetivo deste trabalho pode ser considerado atingido, visto a criação de um protótipo de solução que traz aos cidadãos da cidade de Franca a possibilidade de rastrear pontos, rotas e ônibus, assim como manter informações sobre eles ao alcance.

Outro aspecto destacado diz respeito à carência de soluções adequadas no mercado, conforme percebido na perspectiva do público-alvo, evidenciada na pesquisa conduzida. Tendo isso em vista, a busca por uma abordagem efetiva para suprir essas necessidades foi tomada como propulsora para a concepção e desenvolvimento do projeto: um protótipo de aplicativo inclusivo que conecta o usuário a todas as informações necessárias para utilizar o serviço de transporte desejado, na palma da mão.

A criação dessa iniciativa contou com uma série de desafios ao longo de seu desenvolvimento. Primeiramente, houve a necessidade de compreender a abordagem mais eficaz para atuar como desenvolvedores de soluções concretas no setor do transporte público, o que implicou em estabelecer uma pesquisa qualitativa capaz de obter informações relevantes. Mais ainda, a atenção e sensibilidade exigidas para a criação das documentações e das telas, itens complementares a esse artigo, de forma a serem as mais assertivas possíveis.

A superação desses desafios proporcionou aos autores uma série de aprendizados significativos. A construção de um projeto desde a sua concepção exigiu e trouxe maturidade que certamente será aplicável no futuro cenário profissional. Além disso, vale ressaltar a incorporação de práticas de engenharia de software estudadas e revistas ao longo de todo o processo.

Projetos futuros podem incluir as implementações necessárias para o efetivo desenvolvimento do projeto utilizando-se das tecnologias citadas no referencial teórico, além do seu aprimoramento contínuo e testes com usuários reais. Adicionalmente, planos de melhoria e expansão podem abranger mais áreas identificadas como essenciais com base na pesquisa realizada, como recursos para geração inteligente de rotas e informações sobre os ônibus necessários para atingir um destino selecionado pelo usuário, bem como aprimoramentos gerais para tornar o aplicativo mais assistivo.

De forma geral, este projeto serve como ponto de partida para explorar novas abordagens de resolução de problemas no setor de transporte público da cidade de Franca.

Referências

- ABLESON, Frank; KING, Chris; SEN, Robi. **Android em ação**. Elsevier Brasil, 2012.
- ALI, Ray.. **History of mobile phones and the first mobile phone**. 2022. Disponível em: <https://www.uswitch.com/mobiles/guides/history-of-mobile-phones/>. Acesso em: 21 mar. 2023.
- ALPERSTEDT NETO, Carlos Augusto; ROLT, Carlos Roberto de; ALPERSTEDT, Graziela Dias. Acessibilidade e tecnologia na construção da cidade inteligente. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 22, p. 291-310, 2018
- Aplicativos populares têm, na média, descrição em menos de 14% de suas imagens, limitando o seu acesso às pessoas com deficiência visual. **Web para todos**, 2020. Disponível em: <https://mwpt.com.br/aplicativos-populares-tem-na-media-descricao-em-menos-de-14-de-suas-imagens-limitando-o-seu-acesso-as-pessoas-com-deficiencia-visual/>. Acesso em 7 de ago. de 2023
- BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. **Do computador ao tablet: Vantagens pedagógicas na utilização de dispositivos móveis na educação**. Revista educaonline, v. 6, n. 1, 2012.
- CUNHA, Maria Alexandra et al. Smart cities: transformação digital de cidades. 2016.
- DA CRUZ, Daniel Marinho Cezar et al. O trabalho e a tecnologia assistiva na perspectiva de pessoas com deficiência física. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 26, n. 3, p. 382-389, 2015.
- DEITEL, Harvey; DEITEL, Paul; DEITEL, Abbey. **Android: Como Programar**. Bookman Editora, 2015.
- DE MENDONÇA, Vinicius Rafael Lobo; BITTAR, Thiago Jabur; DE SOUZA DIAS, Márcio. Um estudo dos Sistemas Operacionais Android e iOS para o desenvolvimento de aplicativos. 2011.
- FOGAÇA, MAICON DA CUNHA; ALVES, EDER JUNIOR. TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE PÚBLICO NO ÂMBITO DAS CIDADES INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. **Anais do VIII SINGEP – São Paulo – SP**, 2020
- HÖRLLE, Wagner. Prototipação de Software: O que você precisa saber. CSP Tech, 17 de novembro de 2021. Disponível em: <https://blog.csptecnologia.com/prototipacao-de-software/>. Acesso em: 4 de maio de 2023.
- KRIŽANOVIĆ, Ivana. **Cell phone history: From the first phone to today's smartphone wonders**. 2020. Disponível em: <https://versus.com/en/news/cell-phone-history>. Acesso em: 21 mar. 2023.
- LECHETA, Ricardo R. **Google Android-3ª Edição: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. Novatec Editora, 2013.
- LECHETA, Ricardo R. **Desenvolvendo para iPhone e iPad-3ª edição: Aprenda a desenvolver aplicativos utilizando o iOS SDK**. Novatec Editora, 2014.

- LENARDUZZI, Valentina; TAIBI, Davide. MVP explained: A systematic mapping study on the definitions of minimal viable product. In: **2016 42th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)**. IEEE, 2016. p. 112-119.
- MONICO, Joao Francisco Galera. **Posicionamento pelo Navstar-GPS**. Unesp, 2002.
- NASSAR, Victor; VIEIRA, Milton Luiz Horn. O compartilhamento de informações no transporte público com as tecnologias RFID e NFC: uma proposta de aplicação. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, p. 327-340, 2017.
- PAIVA, Sara et al. Enabling technologies for urban smart mobility: Recent trends, opportunities and challenges. **Sensors**, v. 21, n. 6, p. 2143, 2021.
- PASTÓRIO, André F.; DE CAMARGO, Edson T. Técnicas de Geolocalização em Redes LoRaWAN como Abordagem de Tolerância a Falhas para Dispositivos IoT Baseados em GPS. In: **Anais do XXII Workshop de Testes e Tolerância a Falhas**. SBC, 2021. p. 29-42.
- QUEIROZ, Leonardo Rossatto. iPhone, Android, e a consolidação da cultura do smartphone: o papel do iPhone e do Sistema Operacional Android como catalisadores da consolidação no mercado de smartphones em escala global. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 14, n. 30, p. 47-70, 2018.
- RABELO, Gilmar Borges. Avaliação da acessibilidade de pessoas com deficiência física no transporte coletivo urbano. 2008.
- ROCHA, Adriano Mendonça; NETO, Roberto Mendes Finzi. Introdução a Arquitetura Apple iOS. 2014.
- ROSEMBERG, Carlos et al. Prototipação de software e design participativo: uma experiência do atlântico. **IHC**, v. 8, n. 312-315, p. 67, 2008.
- SILVA, Danyela Moraes da. Sistemas inteligentes no transporte público coletivo por ônibus. 2000.
- SILVA, Mateus C.; NASCIMENTO, Vitor H.; LOPES, Cassio G. Localização de fontes por diferença de tempo de chegada em meios anisotrópicos. **Anais do XXXVII Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, Petrópolis**, 2019.
- SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 24 ago. 2023.
- SOUSA, Leonardo Amaral; BRITO, Leandro; REIS, Uedson. Estudo comparativo entre as modalidades de desenvolvimento mobile: web app, híbrida e nativa. 2014.
- SPENCER, Jamie. **History of the cell phone (1973 to 2023)**. 2023. Disponível em: <https://www.practicallynetworked.com/history-of-the-cell-phone/>. Acesso em: 21 mar. 2023.
- STATCOUNTER. **Global Mobile OS Market Share February 2023**. Disponível em: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>. Acesso em: 22 mar. 2023.
- VENTEU, Kelly Cristina; PINTO, Giuliano Scombatti. Desenvolvimento móvel híbrido. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 86-96, 2018.

WANKHEDE, Calvin. **The history of cell phones: a decade-by-decade timeline.** 2023. Disponível em: <https://www.androidauthority.com/history-of-cell-phones-timeline-3264425/>. Acesso em: 21 mar. 2023