

Uma aplicação crowdsourcing para auxílio na mobilidade urbana em transporte coletivo

1st João Pedro Carvalho Santos
Instituto Federal da Bahia
Salvador, Brasil
jpcar200@gmail.com

2nd Pablo Vieira Florentino
Departamento de Computação
Instituto Federal da Bahia
Salvador, Brasil
pablovf@ifba.edu.br

Resumo - A mobilidade urbana desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e na interação das sociedades contemporâneas. No entanto, o crescimento populacional e a falta de planejamento adequado têm gerado desafios significativos para as grandes cidades brasileiras, afetando negativamente a eficiência e a qualidade de vida dos cidadãos.

Algumas soluções digitais surgiram com o objetivo de aumentar a eficiência da mobilidade urbana, tornando a disponibilidade dos dados mais acessível ao usuário, assim surgindo aplicações como Cittamobi e Moovit, porém ambas as soluções apresentam problemas, a disponibilidade limitada de dados e a falta de integração entre as aplicações existentes dificultam a tomada de decisões informadas pelos usuários e gestores do transporte público.

A limitação de disponibilidade e a falta de integração afetam significativamente a tomada de decisão tanto dos usuários quanto dos gestores no contexto da mobilidade urbana. A falta de acesso amplo e confiável aos dados de transporte, aliada à ausência de uma integração efetiva entre as soluções existentes, cria obstáculos para uma tomada de decisão informada e eficiente.

Com o objetivo de superar esses desafios, este trabalho propõe o desenvolvimento do aplicativo Busshare, baseado em crowdsourcing. O Busshare visa aumentar a participação ativa dos usuários na coleta e compartilhamento de informações em tempo real, proporcionando uma melhoria na qualidade das informações prestadas e na experiência do usuário.

Palavras Chave: Mobilidade Urbana, Aplicativos Moveis, Crowdsourcing, Dados Compartilhados

Abstract - Urban mobility plays a fundamental role in the development and interaction of contemporary societies. However, population growth and lack of proper planning have generated significant challenges for large Brazilian cities, negatively affecting the efficiency and quality of life of citizens. Several digital solutions have emerged with the aim of enhancing urban mobility efficiency by making data availability more accessible to users. Applications such as Cittamobi and Moovit have been developed for this purpose. However, both solutions face issues such as limited data availability and lack of integration with existing applications, making it difficult for users and public transportation managers to make informed decisions.

The limitations in data availability and lack of integration significantly impact decision-making for both users and managers in the context of urban mobility. The lack of broad and reliable access to transportation data, combined with the

absence of effective integration among existing solutions, creates obstacles for informed and efficient decision-making.

To overcome these challenges, this work proposes the development of the Busshare application, based on crowdsourcing. Busshare aims to increase active user participation in real-time data collection and sharing, thereby improving the quality of information provided and enhancing the user experience.

Keywords: Urban Mobility, Mobile Applications, Crowdsourcing, Shared Data.

I. INTRODUÇÃO

A mobilidade é algo essencial para o ser humano em todos os períodos da sua história. Das viagens de carroça no período medieval ao transporte de passageiros aos grandes centros urbanos, na população contemporânea, o deslocamento é algo essencial para o desenvolvimento e a interação de qualquer sociedade civilizada. Assim, a boa estrutura e planejamento das cidades se faz necessário para que aja bom uso do espaço urbano disponível e menor consumo de tempo da população nesse traslado.

As grandes cidades no Brasil estão tendo de lidar com o crescimento da população, que acaba por afetar drasticamente a mobilidade urbana, prejudicando o desenvolvimento, a eficiência e principalmente, afetando a maior parte da população, geralmente dependente do transporte público.

Segundo a Agência Brasil [1] estimativa do IBGE é de que a população brasileira some em torno de 215 milhões de habitantes. No último levantamento do instituto no censo demográfico de 2010, o país tinha 190,8 milhões de habitantes. essa estimativa trata do censo demográfico do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Um grande agravante nesse crescimento populacional é a superlotação das áreas urbanas, cujas infraestruturas, em muitos casos, não acompanham esses crescimento. Segundo os dados da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) feita em 2015, cerca de 84,72% da população brasileira vivem em áreas urbanas [9]. De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), citado por [3], aproximadamente 65% da população das capitais brasileiras e 36% das cidades não capitais dependem do transporte público para suas necessidades de locomoção. Esses dados ressaltam a importância crucial da mobilidade urbana na vida de muitos brasileiros, que contam com o transporte público como uma opção financeiramente acessível e eficiente para chegar aos seus locais de trabalho e demais atividades cotidianas.

Assim, itens como o crescimento populacional, o espraiamento das cidades e o planejamento adequado no uso do solo, se fazem grandes desafios aos gestores das grandes cidades em como administrar melhor seu transporte coletivo para garantir o melhor atendimento aos cidadãos, visto que, a mobilidade ineficiente e de pouco alcance

impacta diretamente na economia e na saúde da população. Segundo Da Silva, “A mobilidade urbana deficiente é um problema de múltiplas causas e, portanto, exige esforços em várias direções” [2]. Para ele, existe um grande desafio, que é atender às demandas, consideradas de alto custo, por locomoção da população.

O autor explica que “Por um lado, o volume desses deslocamentos seguindo os mesmos trajetos implica expandir a oferta de meios de transporte nessas direções em áreas já ocupadas; por outro, o custo de alterar vias urbanas adensadas em áreas centrais das cidades é elevado” [2].

Uma forma de mitigar parte dos problemas relativos à mobilidade está no uso de ferramentas digitais. Além de serem adotadas em vários países estrangeiros, as mesmas já são adotadas em várias cidades e estados do Brasil.

O que é muito importante para a mobilidade urbana, já que muitos serviços que antes eram feitos de forma analógica agora podem ser consultados ou processados por aplicações ou sites.

Tais quais:

- Planejamento e otimização de rotas com sistemas avançados de planejamento de rotas para diferentes modos de transporte, gerando de forma simples e menos custosa ao passageiro, rotas para o destino que necessitem.
- Pagamento eletrônico das tarifas de ônibus, facilitando e otimizando a forma com que os passageiros podem gerir e realizar o pagamento das tarifas referentes ao transporte que ira utilizar.
- Divulgação e atualização das informações referentes às frotas, horários e rota dos veículos. Sendo que essas informações, quando em muito, eram disponibilizados apenas pelos despachantes da empresa responsável pelo transporte coletivo.
- Facilidade na auditoria e *feedback* dos passageiros quanto ao estado dos veículos ou comportamento dos funcionários prestadores de serviço.

Embora a digitalização da mobilidade urbana esteja em constante avanço, ainda existe uma barreira significativa na disponibilização desses dados para a população em geral. Grandes empresas como a Google e aplicativos privados como cittamobi e Moovit possuem acesso muito mais amplo a esses dados, mas utilizam-nos em produtos privados que se limitam a uma visão parcial dos serviços de transporte público, disponibilizando apenas as informações que consideram mais relevantes para seus próprios interesses.

Essa limitação de acesso aos dados não apenas impede que a população tenha uma compreensão completa dos serviços de transporte público disponíveis em sua localidade, como também oculta informações cruciais que poderiam ser utilizadas de diversas formas. Por exemplo, esses dados poderiam ser usados para melhorar o planejamento urbano e o transporte público em geral, contribuindo para a redução de congestionamentos e melhorando a qualidade de vida das pessoas.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal propor um novo modelo de aplicação para transporte público, baseado em *crowdsourcing*. Para alcançar esse objetivo, o trabalho estabelece alguns objetivos específicos, como aumentar a participação dos usuários na coleta e compartilhamento de informações em tempo real, e proporcionar uma melhoria na qualidade das informações prestadas e na experiência do usuário.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Mobilidade

A mobilidade é um dos fatores mais importantes para a qualidade de vida das pessoas nas cidades. Ela afeta diretamente a capacidade das pessoas em acessar serviços, empregos e oportunidades. Por isso, a mobilidade urbana deve ser tratada como uma questão prioritária

pelos gestores públicos e privados.

Em seu artigo Almeida *et al* cita que a mobilidade urbana representa um grande problema nas medias e grandes cidades, principalmente devido à alta concentração populacional nessas regiões. Ele nos diz ainda que O crescimento populacional tem exercido um impacto significativo na mobilidade urbana, sendo agravado pela infraestrutura insuficiente das vias e do transporte coletivo, resultando em problemas como superlotação nos meios de transporte públicos, aumento das emissões de gases poluentes provenientes dos veículos automotivos e congestionamentos constantes, entre outros desafios. Essas questões refletem a necessidade urgente de soluções sustentáveis e eficientes para garantir uma mobilidade urbana adequada e melhorar a qualidade de vida nas cidades.

Essa situação torna evidente a necessidade de buscar soluções eficientes para garantir maior qualidade à mobilidade urbana, ao transito e aos cidadãos que são dependentes da mobilidade para efetuar suas demandas e direitos. Assim, a tecnologia da informação, em específico a tecnologia dos dispositivos móveis, pode ser utilizada como um meio para aprimorar as informações sobre disponibilidade dos equipamentos de transporte coletivo por ônibus.

A evolução da mobilidade urbana ao longo dos anos tem sido impulsionada pela constante inovação tecnológica e pelo crescente uso de dispositivos móveis. À medida que as cidades se tornam mais densamente povoadas e o tráfego se torna cada vez mais congestionado, as tecnologias móveis desempenham um papel crucial no auxílio à mobilidade e na melhoria da eficiência dos sistemas de transporte.

B. Mobilidade urbana e do uso das tecnologias móveis

O avanço das tecnologias de informação, em especial as tecnologias móveis, tem possibilitado a criação de soluções que podem melhorar a qualidade de vida de seus usuários, aprimorando a coleta e compartilhamento de dados e informações. Dentre esses avanços, destaca-se a coleta de informações dos usuários por meio de sensores, o aumento da capacidade de processamento de dispositivos móveis, a melhoria da velocidade e a maior disponibilidade da internet [4].

A mobilidade urbana e as tecnologias móveis são uma combinação poderosa para enfrentar os desafios das cidades modernas. Com uma abordagem inteligente e colaborativa, podemos criar soluções inovadoras que tornem a mobilidade mais eficiente, sustentável e agradável para todos os cidadãos. Os smartphones, por exemplo, se tornaram uma parte essencial da vida cotidiana, e sua integração com aplicativos de mobilidade revolucionou a forma como as pessoas se deslocam nas cidades. Com apenas alguns toques na tela, é possível planejar rotas, verificar horários de transporte público, reservar viagens compartilhadas ou alugar bicicletas, e até mesmo pagar por serviços de transporte.

Com as informações em tempo real disponíveis na palma de nossa mão, podemos tomar decisões mais informadas sobre como nos locomover e evitar congestionamentos desnecessários. Além disso, a utilização de aplicativos móveis permite uma maior integração entre diferentes modos de transporte, facilitando a transição entre ônibus, metrô, bicicleta e até mesmo carros compartilhados.

Essa evolução da mobilidade urbana e o uso das tecnologias móveis estão moldando o futuro das cidades. À medida que avançamos, é essencial que governos, empresas e cidadãos aproveitem todo o potencial dessas tecnologias para criar sistemas de transporte mais eficientes, sustentáveis e acessíveis. A combinação da mobilidade urbana inteligente e das tecnologias móveis tem o poder de transformar a forma como nos deslocamos, tornando as cidades mais habitáveis e conectadas.

C. Aplicação Móvel

Aplicações móveis são softwares desenvolvidos especificamente para serem executados em dispositivos móveis, como smartphones

e tablets. O aumento da popularidade dos dispositivos móveis e a disseminação das tecnologias de comunicação sem fio, as aplicações móveis tornaram-se uma parte fundamental do dia a dia das pessoas. As aplicações móveis têm se tornado cada vez mais presentes na vida cotidiana das pessoas, desempenhando um papel fundamental na forma como nos comunicamos, nos informamos e realizamos tarefas diárias. Com o avanço da tecnologia, os dispositivos móveis se tornaram poderosos e versáteis, capazes de executar uma infinidade de aplicativos que atendem às mais diversas necessidades dos usuários.

Essas aplicações são desenvolvidas levando em consideração as características específicas dos dispositivos móveis, como telas sensíveis ao toque, sensores integrados e conectividade sem fio. Essa interação com o hardware e o sistema operacional permite que as aplicações móveis acessem recursos como câmera, microfone, GPS e armazenamento interno, proporcionando experiências ricas e personalizadas aos usuários.

Além disso, as aplicações móveis têm a capacidade de se conectar à internet e acessar serviços em nuvem, permitindo que os usuários acessem informações e recursos remotamente. Isso possibilita a sincronização de dados, o compartilhamento de informações em tempo real e a integração com outros dispositivos e serviços, ampliando ainda mais as funcionalidades e o alcance das aplicações móveis.

A popularidade das aplicações móveis tem crescido exponencialmente nos últimos anos. De acordo com dados da Statista [8], mais de 3,5 bilhões de pessoas em todo o mundo utilizaram smartphones em 2020, e esse número continua em constante crescimento. A variedade de aplicativos disponíveis é imensa, abrangendo desde redes sociais e entretenimento até produtividade e serviços financeiros.

Dessa forma, as aplicações móveis se tornaram uma poderosa ferramenta de comunicação, informação e realização de tarefas, proporcionando aos usuários conveniência, praticidade e acesso instantâneo a uma ampla gama de serviços e informações. O desenvolvimento contínuo dessas aplicações impulsiona a inovação tecnológica e contribui para a transformação da forma como interagimos com o mundo ao nosso redor.

D. Dados abertos

Em [5] o autor nos traz um pouco da importância dos dados e como a disponibilidade de forma simplificada pode nos ajudar a melhorar a sociedade: "A ideia de dados abertos busca, antes de tudo, empoderar a sociedade com detalhamento quantitativo sobre as dinâmicas que a estruturam e sobre como a Administração Pública utiliza seus recursos, garantindo a disponibilidade em formatos acessíveis e processáveis a partir de licenças abertas."

Desta forma, no atual estado de evolução tecnológica, com a consolidação da internet e a alta capacidade de geração e armazenamento de dados, o ato de divulgar de forma limpa e com fácil acesso, dados relevantes para a sociedade, nos seus mais diversos segmentos, áreas e conhecimentos se tornou algo muito mais acessível para qualquer que seja a instituição envolvida neste processo, reforçando o controle da população sobre as atividades dos poderes públicos e políticas instauradas em sua cidade [5].

Assim como para outros segmentos, para a mobilidade urbana também há grande valor na disponibilidade dos dados públicos aos cidadãos: "Diversas são as demandas e possibilidades de abertura de dados para conhecermos melhor as estruturas e as dinâmicas de deslocamento nas metrópoles, revelando muitas vezes comportamentos e tendências que poderiam justificar políticas públicas mais eficientes." [5].

No contexto da mobilidade urbana, a disponibilidade de informações como a localização em tempo real dos veículos, por exemplo, é de extrema importância tanto para a população quanto para os entes governamentais. A divulgação desses dados possibilita a fiscalização

e a avaliação da qualidade do serviço prestado pela empresa responsável pelo transporte público. Além disso, essas informações permitem verificar como as rotas estão distribuídas e avaliar se não há sobrecarga ou subutilização de veículos, bem como detectar eventuais negligências na prestação do serviço. Outros dados, como lotação, qualidade e higienização dos veículos em atividade, também devem ser divulgados para a sociedade, contribuindo para uma mobilidade urbana mais eficiente e segura.

No entanto, para que a disponibilização de dados se torne efetiva, é necessário que os governantes empenhem-se em políticas e projetos sólidos de abertura de dados. Isso pode ser alcançado por meio de projetos governamentais em cada cidade ou por meio de projetos nacionais que centralizem os dados em um ponto em comum. Além disso, as empresas privadas ou startups podem trabalhar com esses dados para facilitar a disseminação de informações e, assim, ampliar o alcance desses dados disponíveis.

Citaremos aqui algumas informações que poderiam ser obtidas e que seriam públicas aos cidadãos para apuração e tomada de decisões quanto a mobilidade urbana citados em [5]:

- Quantidade de passageiros que passaram por uma linha em um determinado dia;
- Montante arrecadado por uma determinada linha;
- Quantos ônibus estão em operação em uma determinada linha;
- Estudos que baseiam criações e extinções de linhas e suas variações;
- Frota ativa e inativa (total) por empresa;

E. Crowdsourcing

Segundo [7] o termo crowdsourcing é definido como "... Uma atividade online participativa onde um grupo heterogêneo de pessoas voluntariamente se compromete com uma tarefa de benefício mútuo..." Tradução livre. Ou seja, um grupo de pessoas que voluntariamente se dispõem a contribuir para assim formar uma rede de informações mais detalhada.

Esse dados são importantes para vários projetos e podem ser utilizados para vários propósitos, como análise de perfil de usuários de um nicho, ou para auxiliar na tomada de decisões por parte dos próprios usuários.

Assim, na mobilidade urbana a participação dos usuários de transporte público, fornecendo dados em tempo real, como localização dos veículos, estado do trânsito entre outras informações, auxiliariam na tomada de decisão para ações como, horário em que devem se deslocar aos pontos de embarque e o cálculo do tempo de trajeto até o local de destino.

Segundo Nandan, Pursche e Zhe, Operadores de transporte público e provedores de serviços definem qualidade de serviço usando várias métricas, como custo da viagem, passageiros atendidos, tempo de viagem, desempenho no horário, etc... Um passo para melhorar a experiência de viagem do passageiro pode ser através do fornecimento de sistemas de informações de trânsito em tempo real... Tradução Livre [7]. Podemos assim compreender como a falta de informação aberta sobre os transportes públicos pode ser prejudicial ou reduzir a qualidade do transporte para os passageiros, assim como dificulta a apuração da qualidade do serviço prestado aos cidadãos, visto que é direito da população apurar e reportar problemas ou insatisfações no transporte urbanos.

Medidas como o crowdsourcing podem ser utilizadas para preencher essa lacuna, coletando informações em tempo real sobre transporte e compartilhá-las com outros passageiros por meio de aplicativos. Além disso, pode ser usado para verificar a precisão e obter *feedback* sobre o desempenho desses sistemas [7].

F. Geolocalização

Geolocalização é a capacidade de determinar a localização geográfica exata de um objeto ou indivíduo utilizando tecnologias

de localização, como GPS (Sistema de Posicionamento Global) [29], ou torres de celular.

A popularização de dispositivos móveis e a evolução das tecnologias de localização, tornou a geolocalização uma ferramenta importante para diversas áreas, como a mobilidade urbana, o marketing, o turismo, entre outras.

A exemplo disso temos o uso de aplicativos de transporte, como Uber [27] e 99Pop [30], onde é possível solicitar uma viagem e saber exatamente onde o motorista está em tempo real, além de obter estimativas de tempo de chegada e valor da corrida com base na distância entre o ponto inicial e final da corrida.

A geolocalização é muito utilizada também por aplicativos de mapas, como o Google Maps, que fornecem informações em tempo real sobre o trânsito e rotas alternativas aos usuários através de satélites, dispositivos embarcados entre outras fontes.

Além disso, podemos observar a aplicação do processo de *crowdurbanismo* fazendo uso de geolocalização, tal como o aplicativo Waze [28]. O *crowdurbanismo* consiste no processo de intervenções urbanas que passam, por mecanismos de *crowdsourcing* sendo utilizados para aprimorar o planejamento e gestão urbana, envolvendo a participação de diversos atores, como cidadãos, empresas e governo [22].

Uma das aplicações mais conhecidas do *crowdurbanismo* é o aplicativo Waze [28]. Com o Waze, os usuários podem relatar acidentes, congestionamentos e outros eventos no trânsito enquanto estão em deslocamento. Ao compartilhar essas informações em tempo real, o aplicativo cria uma rede de colaboração entre os usuários, permitindo que todos se beneficiem das atualizações e alertas fornecidos pela comunidade. Essa troca de informações baseada na geolocalização é extremamente valiosa para a mobilidade urbana, pois possibilita o planejamento de rotas alternativas, a redução do tempo de deslocamento e a melhoria geral da experiência no trânsito.

Além do Waze, outras iniciativas de *crowdurbanismo* [26] têm surgido em diferentes áreas. Por exemplo, aplicativos de mapeamento colaborativo, como o OpenStreetMap [31], permitem que os usuários contribuam com a atualização e enriquecimento de informações geográficas. Essa abordagem colaborativa possibilita a criação de mapas mais precisos e atualizados, além de incentivar a participação ativa da comunidade na construção de conhecimento geográfico.

No contexto do planejamento urbano, o *crowdurbanismo* também se mostra promissor. Com a participação dos cidadãos, é possível coletar dados e informações relevantes sobre as necessidades e preferências da população, auxiliando na tomada de decisões sobre projetos de infraestrutura, transporte, espaços públicos e serviços urbanos. Por meio de aplicativos e plataformas de participação cidadã, os moradores podem expressar suas opiniões, sugerir ideias e colaborar com o desenvolvimento de soluções para os desafios enfrentados pela cidade.

O *crowdurbanismo*, aliado à geolocalização e ao uso de tecnologias móveis, desempenha um papel fundamental na transformação das cidades, permitindo uma gestão mais democrática, transparente e eficiente. Ao envolver os diversos atores urbanos, promove-se uma maior inclusão social e um senso de pertencimento à cidade. Com a participação ativa da comunidade, é possível criar ambientes urbanos mais sustentáveis, adaptados às necessidades e desejos dos cidadãos, proporcionando uma melhor qualidade de vida e contribuindo para o desenvolvimento harmonioso das cidades.

III. TRABALHOS RELACIONADOS

A. Aplicativos de Mobilidade Urbana

No Brasil, os aplicativos de mobilidade urbana têm se tornado cada vez mais populares e importantes para a população, em especial nas grandes cidades. Esses aplicativos, em sua maioria, oferecem serviços de informações e planejamento de viagens, auxiliando os

usuários a escolherem a melhor rota e meio de transporte disponível. Em pesquisa feita pelo autor [4], pôde-se identificar as principais funcionalidades utilizadas pelos usuários na aplicação Meu Ônibus, aplicação semelhante ao Cittamobi e Moovit utilizadas na cidade de Salvador, dentre elas, a funcionalidade de "Ver horários de transporte" se destaca com maior porcentagem. Essa funcionalidade é de suma importância pois esta diretamente relacionada com o alvo principal desta pesquisa, já que o horário do transporte esta fortemente ligado a localização do veículo.

Segundo a avaliação dos principais problemas realizada em [4], os usuários da aplicação reportam mais uma vez a problemática dos horários como destaque. Do ponto de vista dos responsáveis pelos aplicativos de ônibus, os principais problemas conexão com Internet, falhas do aplicativo e horários errados. [4].

Os aplicativos de mobilidade urbana funcionam, geralmente, por meio da coleta de dados em tempo real sobre o trânsito e o transporte público, utilizando tecnologias como GPS, sensores de movimento e conexão à internet. A partir desses dados, os aplicativos são capazes de fornecer informações precisas e atualizadas aos usuários sobre horários, rotas, tempo de espera e preços de diferentes meios de transporte.

Além disso, os aplicativos de mobilidade urbana também utilizam algoritmos de inteligência artificial para analisar e prever padrões de tráfego e fluxo de passageiros, permitindo que os usuários planejem suas viagens com mais eficiência e evitem possíveis atrasos e transtornos.

Os aplicativos podem ser usados tanto por usuários individuais quanto por empresas e governos para gerenciamento e planejamento de frotas de transporte público. Por exemplo, empresas de ônibus podem usar os dados fornecidos pelos aplicativos para otimizar rotas e horários, reduzindo custos e melhorando a eficiência do serviço.

Em geral, os aplicativos de mobilidade urbana têm o potencial de transformar a forma como as pessoas se deslocam nas cidades [25], tornando o transporte mais acessível, eficiente e sustentável. O autor afirma ainda que por meio de ferramentas de visualização e interfaces multimídia, é possível representar informações espaciais de maneira qualitativa, assim como as informações quantitativas, proporcionando uma nova abordagem para apresentar e explorar essas informações, oferecendo uma experiência mais imersiva e interativa [25].

No entanto, é importante que essas tecnologias sejam integradas de forma harmoniosa com os sistemas de transporte já existentes, de modo a garantir a segurança e a qualidade do serviço oferecido aos usuários.

Dentre os exemplos de aplicativos de mobilidade urbana no Brasil, podemos citar o Waze [28], o *cittamobi* e o Moovit. O Waze, além de oferecer informações de trânsito em tempo real, como congestionamentos, acidentes e obras, também indica rotas alternativas para os usuários. O *cittamobi*, por sua vez, permite acesso a informações sobre horários, rotas e itinerários dos ônibus, além de compra de passagens e recarga de cartão de transporte. Já o Moovit é um aplicativo mais abrangente, que atua em diversas cidades brasileiras, oferecendo informações sobre transporte público, táxis, bicicletas compartilhadas e até mesmo carros particulares de aplicativos como Uber [27] e Cabify [34].

Além de auxiliar os usuários na escolha do melhor meio de transporte, os aplicativos de mobilidade urbana também podem contribuir para a redução do trânsito e da poluição nas cidades, estimulando o uso de meios de transporte mais sustentáveis e eficientes.

1) *cittamobi*: O *cittamobi* [?] é um aplicativo de mobilidade urbana utilizado em 15 estados do Brasil [17], oferecendo informações e serviços relacionados ao transporte público. Com funcionalidades como acesso a informações sobre horários, rotas e itinerários dos ônibus, conforme pode ser visto na Figura 1, o *cittamobi* tem grande importância para a população, permitindo

que os usuários planejem suas viagens com antecedência e evitem possíveis atrasos e transtornos. Portanto, o Cittamobi pode ser uma ferramenta importante que auxilia e melhora a mobilidade urbana nas cidades brasileiras.

Uma das funcionalidades principais do Cittamobi é a disponibilização de informações atualizadas sobre horários, rotas e itinerários dos ônibus, conforme ilustrado na figura 1. Essa funcionalidade é de extrema importância para a população, pois permite que os usuários planejem suas viagens com antecedência, tenham conhecimento dos horários de partida e chegada dos ônibus e possam escolher a rota mais adequada às suas necessidades.

Além disso, o Cittamobi oferece recursos adicionais, como a possibilidade de visualizar em tempo real a localização dos ônibus no mapa. Essa funcionalidade é particularmente útil para os usuários, pois permite que eles acompanhem o deslocamento dos ônibus e tenham uma estimativa mais precisa do tempo de espera nos pontos de embarque.

O aplicativo também disponibiliza informações sobre a tarifa dos transportes públicos, possibilitando que os usuários tenham conhecimento prévio dos valores a serem pagos e evitem surpresas desagradáveis na hora do embarque.

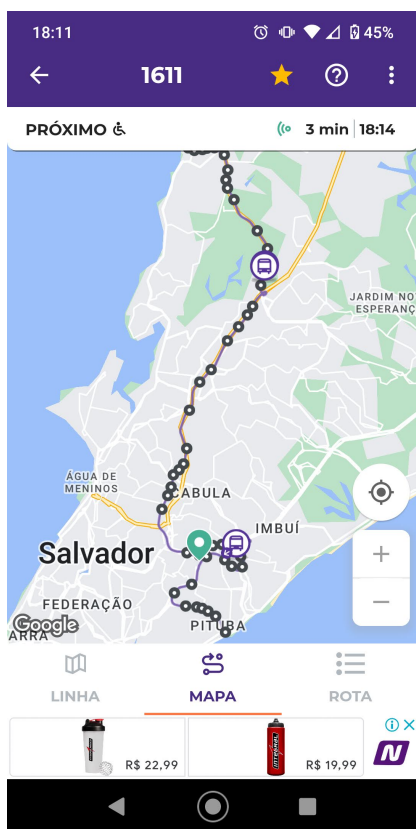


Fig. 1: Tela de rastreamento em tempo real de linhas Cittamobi - Fonte: Aplicativo oficial Cittamobi (Android)

2) *Moovit*: O Moovit [?] é um aplicativo de mobilidade urbana que oferece informações e serviços relacionados ao transporte público em diversas cidades ao redor do mundo, incluindo o Brasil. O Moovit permite que os usuários acessem informações sobre horários, rotas e itinerários dos ônibus, metrô, trens e outros meios de transporte público, além de oferecer recursos de planejamento de viagens, como cálculo de tempo estimado de chegada, indicações de rotas alternativas e notificações de atrasos ou cancelamentos.

O aplicativo também permite que os usuários compartilhem

informações em tempo real sobre o trânsito e o transporte público, contribuindo para a melhoria da qualidade e eficiência do serviço. Além disso, o Moovit oferece recursos para o planejamento de viagens multimodais, incluindo opções de transporte público, táxis, bicicletas compartilhadas e até mesmo carros particulares de aplicativos como Uber e Cabify.

O Moovit tem se destacado como uma ferramenta importante para a melhoria da mobilidade urbana nas cidades, permitindo que os usuários planejem suas viagens com mais eficiência e evitem possíveis atrasos e transtornos.

O Moovit é ainda um exemplo de como o crowdsourcing pode ser utilizado para melhorar a fonte dos dados utilizados em aplicações deste gênero. Uma das suas funcionalidades que utiliza essa técnica é a gestão da lotação dos veículos, que é compartilhada pelos próprios usuários.

Segundo o site da aplicação, agora o aplicativo oferece a opção de checar se a sua estação ou ônibus estão cheios, com base em relatórios em tempo real, e também informar a lotação aos outros usuários [18]. Dessa forma, o Moovit utiliza o compartilhamento do estado atual de lotação de cada veículo, segundo o informado por seus passageiros, para avisar aos passageiros seguintes, que aguardam nas paradas de ônibus da linha em questão, sobre o estado de lotação do veículo ao qual eles aguardam.

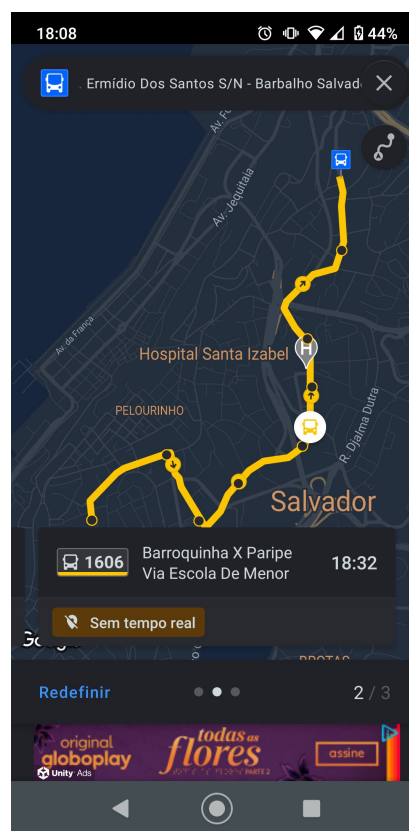


Fig. 2: Tela de rastreamento em tempo real de linhas Moovit - Fonte: Aplicativo oficial Moovit (Android)

A aba "Estações" do aplicativo permite que o usuário veja se o ponto, terminal ou estação em que ele está está lotado, com base em relatórios postados nos últimos 10 minutos. O aplicativo exibe quatro níveis de lotação: "Não lotado/Vazio", "Um pouco lotado", "Lotado" (exibido em vermelho) e "Muito lotado" (também exibido em vermelho) [18]. Essas informações em tempo real ajudam os usuários a planejar melhor suas viagens e evitarem veículos com lotação excessiva, o que pode ser especialmente importante em

tempos de pandemia e medidas de distanciamento social.

3) *Waze*: O *Waze* [28] é um aplicativo de navegação e trânsito, voltado para o transporte individual motorizado, que oferece informações em tempo real sobre o tráfego, rotas e condições das estradas em diversas cidades do mundo, incluindo o Brasil. O aplicativo utiliza dados de GPS e informações fornecidas pelos próprios usuários para calcular rotas mais eficientes e evitar engarrafamentos.

Uma das características distintivas do *Waze* é sua comunidade de usuários ativos, que contribuem com informações em tempo real sobre condições do trânsito, acidentes, perigos na estrada e outros eventos que possam afetar a navegação. Essa comunidade permite que o aplicativo se adapte às condições em constante mudança do tráfego e forneça aos usuários informações precisas e atualizadas sobre a situação das estradas em sua rota.

A base de usuários ativa do *Waze* funciona com base na técnica de crowdsourcing, que consiste em coletar informações de um grande número de usuários para obter dados mais precisos e atualizados sobre o trânsito e as condições das estradas. Quando os usuários iniciam o aplicativo, o GPS do dispositivo móvel é ativado e a localização é compartilhada com o servidor do *Waze*. A partir disso, o aplicativo coleta informações sobre a velocidade e a direção do usuário, além de detectar eventos no trânsito, como congestionamentos e acidentes.

Essas informações são enviadas para o servidor do *Waze*, onde são processadas e agregadas em tempo real. O servidor utiliza algoritmos de aprendizado de máquina para identificar padrões nos dados, como as rotas mais utilizadas e os pontos de engarrafamento mais comuns. Essas informações são então compartilhadas com os usuários do aplicativo, permitindo que eles visualizem as condições do tráfego em sua rota e planejem rotas alternativas se necessário. Isso é feito por meio de uma interface de usuário simples e intuitiva, que permite que os usuários informem o tipo e a localização do evento, bem como outras informações relevantes.

B. Problemas Encontrados

Apesar das atuais aplicações de mobilidade urbana terem proporcionado bons avanços a sociedade, como o *cittamobi* e *moovit*, ainda são apps limitados que por possuírem funcionamentos parecidos acabam propensos aos mesmo problemas, a dependência no aparelho de rastreamento presente nos veículos.

Ambas as aplicações funcionam em parceria com as empresas responsáveis pela frota de veículos em cada município, no caso da cidade de Salvador, alvo principal dessa pesquisa, a *Integra* (Associação das Concessionárias do Serviço de Transporte Público de Passageiros por Ônibus de Salvador)

Segundo a definição da *cittamobi* em seu site oficial, a funcionalidade do seu serviço de localização de veículos funciona da seguinte forma, “A nossa previsão tem como base as informações que são passadas pelas empresas responsáveis pelas linhas, ou seja, a localização dos ônibus por GPS e/ou a previsão calculada conforme a média de tempo gasto pelos veículos no percurso. Esses dados são tratados e otimizados pela nossa equipe, e depois compartilhados com você na tela de previsão do *Cittamobi*!” [17]. Então, caso tenha algum problema com os aparelhos de GPS dos veículos, acaba-se perdendo o acesso aos dados de geolocalização e consequentemente perdendo a precisão em mostrar aos usuários a distância ou tempo de trajeto do veículo desejado, já que não há nenhuma outra alternativa para se obter os dados necessários referentes aos veículos.

Isso ocorre pois as informações dos veículos como localização e lotação da frota de ônibus estão centralizadas em uma única empresa que tem liberdade em expor ou não esses dados de forma pública, para que seja tratado e utilizado pela população livremente. “Mesmo sendo dados referentes à oferta de um serviço público, para o qual foram contratadas empresas de ônibus (o que seria suficiente para

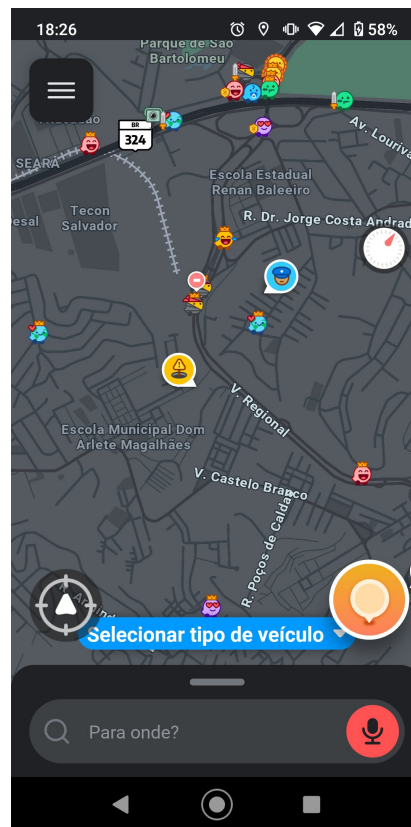


Fig. 3: Tela principal do *Waze* - Fonte: Aplicativo oficial *Waze* (Android)

afirmar que nós temos direito a acessar esses dados), nem a *Integra* nem a *Administração Municipal* esboçam iniciativas de abertura de dados sobre o transporte público por ônibus.” [5].

“Esta prática de apropriação dos dados públicos para entes privados não é exclusividade de Salvador. No Rio de Janeiro, por exemplo, tal apropriação acontece da mesma maneira, sem que a sociedade consiga amplo acesso aos dados.” [5].

Outra preocupação é que a centralização pode limitar o acesso à informação. Se apenas uma entidade tem o controle das informações, ela pode decidir o que é divulgado e o que é mantido em segredo, o que pode ser usado para manipular a opinião pública ou para restringir o acesso à informação. Assim, fica claro que pela falta de dados abertos para análise e uso em ferramentas como as aplicações para mobilidade urbana é preciso encontrar outras fontes para suprir esses dados.

C. Crowdsourcing e a sociedade

O crowdsourcing tem desempenhado um papel significativo na sociedade contemporânea, proporcionando uma maior participação e interação dos indivíduos em diversas áreas. Essa abordagem colaborativa envolve a coleta e compartilhamento de conhecimento, recursos e esforços de um grupo diversificado de pessoas.

Assim, não apenas para a mobilidade urbana, mas como auxílio e participação da população como um todo, o crowdsourcing já vem sendo utilizado como método de apoio em diversos sistemas e aplicações, como o *FixMyStreet* e *StreetBump*.

1) *FixMyStreet*: O *FixMyStreet* é uma plataforma online que permite que os cidadãos relatem problemas em sua comunidade,

como buracos na estrada, iluminação pública defeituosa e outras questões que precisam ser resolvidas pelas autoridades locais. A usabilidade do FixMyStreet é bastante intuitiva. Os usuários podem facilmente relatar problemas através de um formulário online, fornecendo informações cruciais, como a localização exata do incidente e uma descrição detalhada da questão em questão. Essa abordagem simplificada permite que os cidadãos comuniquem as questões com eficiência e precisão, garantindo que as autoridades locais recebam informações relevantes e precisas sobre os problemas enfrentados pela comunidade.

O FixMyStreet já foi implementado em cidades ao redor do mundo, como Londres e Nova York, e tem ajudado na comunicação entre cidadãos e autoridades, tornando mais fácil e rápido resolver questões que afetam a qualidade de vida das pessoas em suas comunidades.

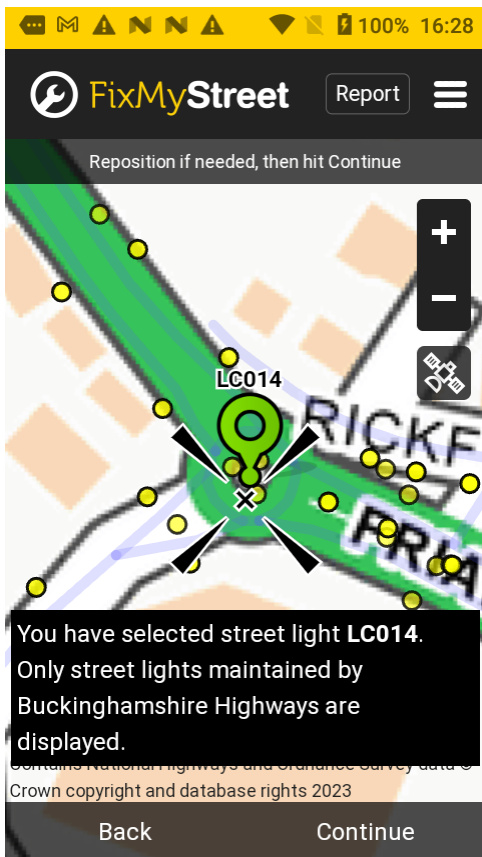


Fig. 4: Captura do app FixMyStreet - Fonte: Loja de Aplicativos Playstore

2) *StreetBump*: O Street Bump é um aplicativo que utiliza os sensores dos smartphones dos usuários para detectar solavancos nas estradas e alertar as autoridades locais para que possam fazer as devidas reparos. O objetivo é permitir que os cidadãos sejam mais ativos no processo de melhorar a qualidade das estradas e, consequentemente, a segurança nas ruas.

O projeto Street Bump foi uma iniciativa de crowdsourcing que permitiu aos moradores contribuírem para a melhoria das ruas em seus bairros. Através do aplicativo móvel Street Bump, voluntários coletavam dados sobre as condições das estradas enquanto dirigiam. Esses dados forneceram às autoridades governamentais informações em tempo real para a correção de problemas e o planejamento de



Fig. 5: Captura de vídeo de apresentação do StreetBump - Fonte: Site Oficial do StreetBump

investimentos a longo prazo. Com a participação ativa dos cidadãos, o projeto Street Bump possibilitou uma abordagem colaborativa na manutenção e aprimoramento das vias, resultando em benefícios para toda a comunidade. [20]

O aplicativo funciona de forma simples, enquanto os usuários dirigem, o aplicativo registra as vibrações que o veículo experimenta e, a partir disso, detecta se há buracos ou solavancos na estrada. As informações são enviadas para um banco de dados e as autoridades locais podem acessá-las para planejar as atividades de manutenção [20] [26].

IV. PROPOSTA

A primeira etapa para a projeção do aplicativo Busshare foi selecionar as aplicações disponíveis nas lojas de aplicativo e encontrar as mais utilizadas pela população de Salvador, inicialmente tanto a aplicação quanto a análise foram feitas com base na plataforma android.

Realizando uma busca pela palavra chave "Ônibus" na loja de aplicativos do android, playstore, podemos obter as principais aplicações que trabalham nesse nicho, conforme anexo abaixo.

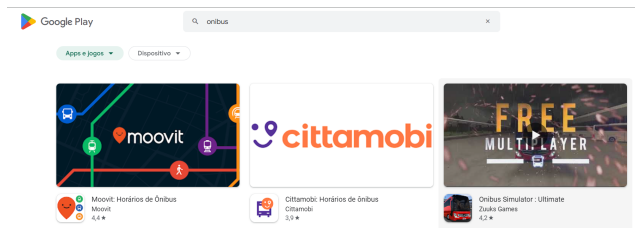


Fig. 6: Pesquisa por palavra chave na loja de aplicativos playstore

A pesquisa apresentada na Figura 6 revela que as principais aplicações no nicho são o Moovit e o Cittamobi, com mais de 100 milhões e 10 milhões de downloads, respectivamente. Com base nessa pesquisa, realizou-se uma análise detalhada de ambas as aplicações para identificar os problemas que elas enfrentam. Durante a pesquisa das funcionalidades de cada aplicação, constatou-se que ambas fazem uso da tecnologia de GPS presente nos veículos, capturando em tempo real a geolocalização e compartilhando, de maneiras diferentes, essas informações em seus respectivos aplicativos.

No entanto, a semelhança entre as duas aplicações é também seu problema. Durante a pesquisa das funcionalidades de cada aplicação,

verificou-se que ambas utilizam a tecnologia de GPS presente nos veículos para capturar a geolocalização em tempo real e compartilhar essas informações em seus aplicativos de maneiras diferentes. No entanto, a semelhança entre as duas aplicações também representa um desafio. Ambas estão sujeitas à perda de sinal com o aparelho GPS embutido nos veículos, o que resulta na falta de confiabilidade dos dados transmitidos aos usuários. Essa situação pode gerar informações imprecisas sobre a distância, localização ou tempo de espera até a chegada do veículo desejado pelo usuário.

Para enfrentar esse problema da perda de conexão com o GPS, a solução adotada foi o uso da técnica de crowdsourcing. Dessa forma, caso o nó principal (aparelho de GPS principal do veículo) perca a conexão, ainda haverá vários outros nós atuando no compartilhamento da localização do veículo. Esses nós são representados pelos respectivos usuários de cada linha e veículo de transporte coletivo, que fornecem informações atualizadas sobre a posição dos veículos por meio de seus dispositivos móveis. Essa abordagem distribuída e colaborativa garante uma maior confiabilidade e precisão dos dados de localização, mesmo em situações em que ocorra a perda de sinal com o GPS principal.

Dessa forma, ao adotar o crowdsourcing como estratégia busca-se superar o desafio da perda de conexão com o GPS, garantindo que os usuários tenham acesso a informações confiáveis e atualizadas sobre a localização dos veículos de transporte coletivo. Essa solução contribui para melhorar a experiência do usuário, fornecendo dados mais precisos e reduzindo a incerteza e os transtornos causados por informações imprecisas na mobilidade urbana.

O Busshare é uma aplicação que visa trazer aos usuários uma experiência mais eficiente e colaborativa no uso do transporte público, equacionando tempo e tornando suas viagens mais eficientes.

O aplicativo pode ser dividido em 4 casos de uso principais, sendo eles:

1) *Tela de Cadastros:* A tela de cadastro é onde o usuário poderá cadastrar ou remover as linhas e rotas da qual deseja participar, seja colaborando como o compartilhamento do local do veículo ou buscando pela localização do mesmo. Conforme mostra a figura 14, é possível ver que a tela consiste em um menu superior onde o usuário deve informar os locais de origem e destino e a linha de ônibus que será utilizada para esse traslado. Abaixo deste, temos uma lista onde será apresentado às rotas cadastradas pelo usuário com o local de origem, destino e o número da linha em questão, permitindo também que, caso deseje, o usuário exclua o cadastro e por usa vez a participação naquela linha.

Na figura 7 é possível ver o diagrama de sequência que ilustra a funcionalidade de cadastro das linhas do usuário.

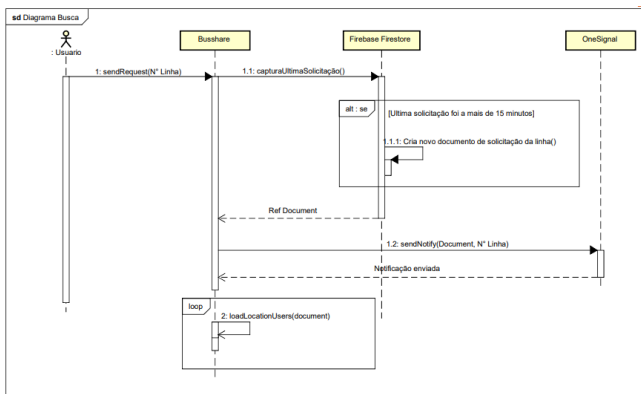


Fig. 7: Diagrama de sequência do cadastro de linha

2) *Tela de Busca:* A tela de Busca é onde o usuário fará a solicitação da localização atual de uma linha de ônibus específica e poderá acompanhar a resposta dos outros usuários ativos. Conforme mostra na figura 11 e 12, nela é possível identificar na parte superior um *dropdown* onde o usuário devesse selecionar a linha de ônibus que deseja. Esta lista está diretamente ligada a uma lista cadastrada na tela de cadastros, e com base nesta escolha a aplicação irá traçar a rota com base na linha selecionada e aguardará que os usuários notificados enviem a posição em que se encontra o veículo atualizando em tempo real essas requisições para o usuário inicial.

Para evitar sobrecarregar os aparelhos dos usuários com notificações desnecessárias, a aplicação possui um sistema inteligente de análise de tempo entre as buscas realizadas em determinada linha de transporte coletivo. A cada busca, a aplicação verifica o tempo decorrido desde a última busca pela mesma linha e, caso o intervalo de tempo seja menor do que 15 minutos, a aplicação agrupa todas as buscas realizadas em um único registro, que é processado em tempo real, diminuindo o número de registros totais que a aplicação irá utilizar evitando que haja vários registros com um mesmo objetivo. Dessa forma, o sistema reduz o número de notificações enviadas aos usuários e otimiza a comunicação entre a aplicação e a base de dados, garantindo um funcionamento mais eficiente e econômico.

A figura 8 ilustra com base no diagrama de sequência a funcionalidade de busca por linhas.

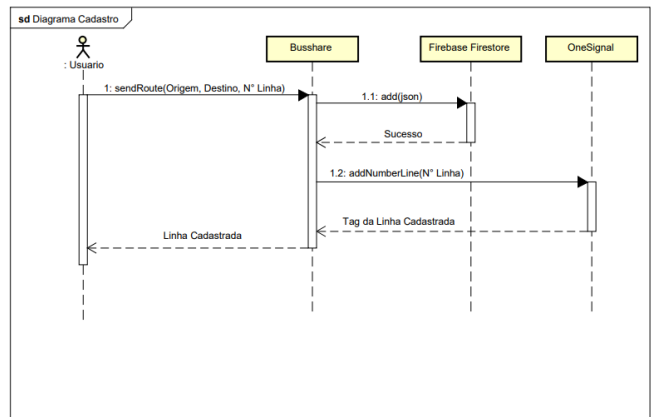


Fig. 8: Diagrama de sequência da busca por linhas

3) *Tela de notificações:* A tela de notificações é a tela que estará disponível ao usuário assim que receber uma notificação de um usuário externo que busca a localização de uma linha em específico. Conforme mostra na figura 13, nessa tela, o usuário terá a possibilidade de compartilhar ou não a sua localização atual, caso esteja no veículo alvo da notificação. Essa opção permite que o usuário contribua com informações atualizadas e precisas sobre a localização do veículo, oferecendo suporte para outros usuários que estão no aguardo do transporte. Ao compartilhar a sua localização, o usuário estará auxiliando na tomada de decisão desses usuários, fornecendo informações em tempo real sobre a posição do veículo e permitindo que eles se organizem de maneira mais eficiente.

4) *Tela de Configurações:* Na tela de configurações, como ilustrado na Figura 15, o usuário terá a opção de escolher não fazer mais parte da rede de usuários que sustenta o funcionamento da aplicação, sem precisar excluir as suas linhas cadastradas. Essa opção permitirá que o usuário deixe de receber notificações dos outros usuários e, conseqüentemente, não possa mais compartilhar e contribuir com o envio da localização dos veículos.

No entanto, é importante ressaltar que, mesmo optando por não fazer parte da comunidade da aplicação, o usuário ainda terá a

flexibilidade de habilitar novamente as notificações e voltar a fazer parte ativa da comunidade. Essa possibilidade de escolha é fundamental para atender às diferentes necessidades e preferências dos usuários.

Ao fornecer essa opção na tela de configurações, a aplicação valoriza a autonomia do usuário e respeita a sua decisão de participar ou não da rede de compartilhamento de informações. Essa abordagem garante que o usuário tenha controle sobre o seu nível de envolvimento na comunidade e possa ajustá-lo de acordo com suas preferências e circunstâncias individuais.

A. Implementação da Aplicação Busshare

O Busshare oferece uma experiência interativa e colaborativa, na qual os usuários podem contribuir ativamente para o compartilhamento de informações sobre a localização dos ônibus. Ao compartilhar sua própria localização, os usuários ajudam outros passageiros a obterem informações em tempo real sobre a chegada dos ônibus em diferentes pontos da cidade. Fortalecendo a comunidade e criando uma rede de informações confiável e precisa.

A figura 9 mostra a arquitetura básica da aplicação usando o modelo C4 de documentação de software, especificamente o Diagrama de Contexto.

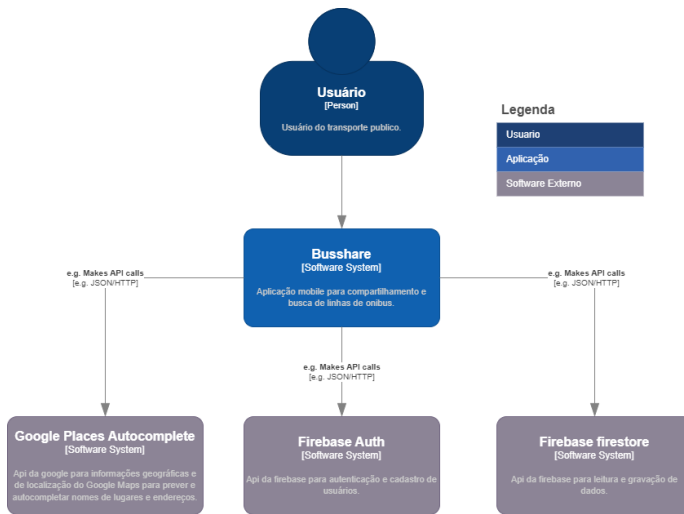


Fig. 9: Diagrama de contexto da aplicação

B. Tecnologias utilizadas

Para desenvolver o Busshare, foram selecionadas tecnologias que simplificassem seu desenvolvimento, incluindo:

1) *React Native*: O React Native é um framework para o desenvolvimento de aplicativos móveis que permite a criação de aplicativos para Android e iOS usando a mesma base de código em JavaScript. Além disso, traz algumas funcionalidades do ReactJS para o tratamento e manipulação de dados, como o useEffect e o Context, além de uma arquitetura simples e eficiente de rotas. Ele foi criado pelo Facebook em 2015 e é amplamente utilizado na indústria de desenvolvimento de aplicativos móveis. [12]

Outra vantagem do React Native é que, por utilizar o JavaScript, é possível integrar as aplicações com diversas bibliotecas públicas que facilitam o desenvolvimento de telas e a integração com funcionalidades prontas, como mapas, inputs personalizados, entre outros. Essa facilidade de integração pode aumentar a produtividade do desenvolvedor e diminuir o tempo de desenvolvimento do

aplicativo.

2) *OneSignal*: O OneSignal é uma plataforma que permite enviar mensagens push, notificações por e-mail e mensagens no aplicativo para seus usuários. O OneSignal tem suporte para várias plataformas, incluindo iOS, Android, Web e Unity, e é amplamente utilizado por empresas de diversos setores, como Bitcoin.com, Zynga e EatStreet.

O OneSignal também oferece análises e relatórios detalhados, que podem ajudar a entender como seus usuários estão interagindo com suas mensagens e identificar oportunidades para melhorar o engajamento e conversão. Além disso, a plataforma tem integração com várias ferramentas de análise e marketing, o que permite que as empresas aproveitem ao máximo seus esforços de marketing e otimizem sua estratégia de engajamento do usuário.

O OneSignal permite também integração rápida com diversas tecnologias atuais, dentre elas: Amazon, Flutter e React Native [13].

3) *Google Places Autocomplete*: O Google Places Autocomplete é uma funcionalidade poderosa que torna a busca de locais e endereços muito mais fácil e rápida para os usuários, utilizando a API Maps da Google. Ao digitar em um campo de busca, o aplicativo envia consultas em tempo real e fornece sugestões instantâneas de locais relevantes. Essa funcionalidade intuitiva e responsiva permite que os usuários encontrem rapidamente os destinos desejados, agilizando o processo de busca e garantindo uma experiência mais eficiente e conveniente. A integração com a API Maps da Google proporciona um acesso abrangente a um vasto banco de dados de lugares, tornando o Google Places Autocomplete uma ferramenta valiosa para melhorar a usabilidade e a qualidade da busca de locais no aplicativo. [14].

O Places Autocomplete permite integração e compatibilidade com tecnologias como Android, IOS, Web Services e frameworks javascript.

Com a integração e compatibilidade com várias tecnologias, o Places Autocomplete oferece aos desenvolvedores uma solução versátil para aprimorar a funcionalidade de busca e localização em seus aplicativos. Além disso, a confiabilidade e a precisão dos dados fornecidos pela API Maps da Google garantem que os usuários tenham acesso a informações relevantes e atualizadas sobre locais e endereços em todo o mundo.

4) *Firebase Auth*: O Firebase Auth é um serviço de autenticação robusto e seguro oferecido pelo Firebase, uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis e web desenvolvida pelo Google. Com o Firebase Auth, os desenvolvedores podem facilmente adicionar recursos de autenticação aos seus aplicativos, permitindo que os usuários se registrem, façam login e acessem conteúdo personalizado de forma segura, fornecendo uma solução completa de autenticação, incluindo recursos de back-end, SDKs (Software Development Kits) fáceis de usar e bibliotecas de IU prontas para uso. Com isso, pode-se implementar rapidamente recursos de autenticação robustos, sem a necessidade de escrever todo o código complexo do zero [15]. Com o Firebase Auth, é possível gerenciar com segurança o acesso aos recursos do aplicativo e proteger as informações do usuário. Além disso, a plataforma oferece recursos avançados de segurança, como autenticação multifator e controles de acesso baseados em função [15].

O Firebase Auth também é altamente personalizável e pode ser integrado facilmente em qualquer aplicativo por meio de sua API. A plataforma oferece suporte para várias linguagens de programação, incluindo JavaScript, Java, Swift e Kotlin [15].

5) *Firebase Firestore*: O Cloud Firestore é uma solução de banco de dados NoSql [21] desenvolvida pelo Firebase e pelo Google Cloud, projetada para oferecer flexibilidade e escalabilidade para desenvolvimento em dispositivos móveis, Web e servidores.

Com recursos semelhantes ao Firebase Realtime Database, ele permite manter os dados dos aplicativos cliente sincronizados usando listeners em tempo real. Além disso, o Cloud Firestore oferece suporte off-line para dispositivos móveis e Web, permitindo criar aplicativos responsivos que funcionem independentemente da latência da rede ou conectividade com a Internet [16].

C. Requisitos

Segundo Sommerville [10], requisitos são a descrição dos serviços que um sistema deve fornecer e das restrições sob as quais ele deve operar. Os requisitos são essenciais para o desenvolvimento de um sistema, pois fornecem diretrizes claras sobre o que o sistema deve ser capaz de fazer e como ele deve se comportar em diferentes aspectos.

Existem dois tipos principais de requisitos: requisitos funcionais e requisitos não funcionais. Os requisitos funcionais descrevem as funcionalidades específicas que o sistema deve oferecer. Eles definem as ações que os usuários podem realizar e os resultados esperados. Por exemplo, em um site de comércio eletrônico, os requisitos funcionais podem incluir a capacidade de criar uma conta, efetuar login, adicionar produtos ao carrinho de compras e fazer pagamentos online. Na Tabela I, podemos observar os requisitos funcionais definidos para a aplicação em questão.

ID	Requisito Funcional
RF1	Aplicação deve permitir login automático após a primeira autenticação.
RF2	A aplicação deve permitir pesquisar os locais de origem e destino.
RF3	A aplicação deve permitir o cadastro da linha de ônibus utilizada em cada origem/destino
RF4	A aplicação deve permitir a busca por veículos da linha selecionada.
RF5	A aplicação deve permitir habilitar/desabilitar o recebimento de notificações.
RF6	A aplicação deve permitir remover as linhas cadastradas.
RF7	A aplicação deve notificar o usuário de uma dada linha de ônibus requisitada.
RF8	A aplicação deve mostrar ao usuário a hora em que cada compartilhamento de localização foi enviada
RF9	A aplicação deve permitir que o usuário possa compartilhar sua localização ao ser notificado pela busca de uma linha de ônibus
RF10	A aplicação deve permitir que o usuário compartilhe o estado do trânsito.

TABLE I: Requisitos Funcionais

Por outro lado, os requisitos não funcionais descrevem os atributos e características do sistema além de suas funcionalidades. Eles abordam aspectos como desempenho, usabilidade, confiabilidade, segurança e compatibilidade. Esses requisitos definem como o sistema deve se comportar em termos de velocidade, facilidade de uso, disponibilidade, proteção de dados e interoperabilidade, por exemplo. Na Tabela II, são apresentados os requisitos não funcionais da aplicação, que incluem aspectos como tempo de resposta, escalabilidade, interface intuitiva, segurança robusta e suporte a diferentes plataformas.

Ao considerar ambos os tipos de requisitos, funcionais e não funcionais, é possível ter uma visão completa das necessidades do sistema. Os requisitos funcionais fornecem uma descrição clara das funcionalidades esperadas, enquanto os requisitos não funcionais garantem que o sistema atenda aos critérios de desempenho, usabilidade, segurança e outras características essenciais.

ID	Requisito não Funcional	Categoria
RNF1	A aplicação deve ter integração com as APIs do Google Maps	Integridade
RNF2	A aplicação deve ser capaz de rodar nos smartphones com Android 8+	Disponibilidade
RNF3	a aplicação deve ser intuitiva e de fácil uso para que os usuários possam navegar pelas funcionalidades sem dificuldades.	Usabilidade
RNF4	a aplicação deve garantir a segurança dos dados dos usuários, protegendo suas informações pessoais e de acesso.	Segurança

TABLE II: Requisitos Não Funcionais

D. Viabilidade

O Busshare foi desenvolvido com a missão de simplificar a vida dos usuários de transporte coletivo, oferecendo uma plataforma móvel com uma interface simples e intuitiva para facilitar a busca de linhas de ônibus e o compartilhamento de informações em tempo real sobre o serviço de transporte. Com uma abordagem centrada no usuário, o aplicativo foi projetado para ser altamente viável em seu propósito, fornecendo uma experiência conveniente e eficiente para os usuários.

Uma das características notáveis do Busshare é o seu tamanho compacto nos dispositivos móveis, ocupando menos de 70 MB. Essa otimização torna a instalação do aplicativo rápida e fácil, mesmo em smartphones mais antigos ou com recursos limitados. Essa conquista é resultado do uso de tecnologias modernas e estratégias de desenvolvimento otimizadas, que visam minimizar o impacto na capacidade de armazenamento dos dispositivos.

O Busshare adotou o React Native como uma das tecnologias principais para o desenvolvimento do aplicativo. Essa escolha permitiu uma implementação ágil e eficiente, aproveitando as ferramentas e bibliotecas disponíveis dentro do *framework*. O React Native é amplamente reconhecido por sua flexibilidade e desempenho, além de contar com uma comunidade ativa que constantemente atualiza e cria novas bibliotecas, o que o torna uma opção robusta para o desenvolvimento de aplicativos móveis.

Outra tecnologia fundamental utilizada pelo Busshare é o Firebase, uma plataforma poderosa para hospedagem, armazenamento e gerenciamento de dados. O uso do Firebase traz diversos benefícios, como fácil escalabilidade e replicação automática de dados. Essas características são especialmente relevantes para um aplicativo como o Busshare, que pode lidar com um grande número de conexões simultâneas e uma grande quantidade de dados sendo enviados, principalmente durante os horários de pico nos centros urbanos.

Graças a essas tecnologias e escolhas de arquitetura, o Busshare oferece uma experiência de usuário fluida, confiável e responsiva, mesmo em momentos de alta demanda. Essa capacidade de resposta garante que os usuários tenham acesso rápido e preciso às informações necessárias sobre o transporte público, contribuindo para a eficiência do sistema como um todo. Além disso, a utilização do Busshare permite uma avaliação mais precisa da qualidade do serviço prestado pelas empresas responsáveis pelo transporte coletivo, incentivando melhorias contínuas e uma maior satisfação dos usuários.

E. Projeto Arquitetural

Um padrão arquitetural é um esquema de organização estrutural fundamental para sistemas de software. Ele define a estrutura geral do sistema, incluindo seus componentes principais, suas responsabilidades e as relações entre eles [11]. No contexto da implementação do Busshare, optou-se por utilizar o padrão de arquitetura MVC (Model-View-Controller) [33] como base, devido aos benefícios que ele proporciona em termos de organização e manutenção do código.

O padrão MVC divide o aplicativo em três componentes principais: o Modelo (Model), a Visão (View) e o Controlador (Controller). Essa divisão clara de responsabilidades ajuda a manter o código do aplicativo organizado e facilita a compreensão do fluxo de dados e a interação entre as diferentes partes do sistema. A figura 10 ilustra o padrão arquitetural de um sistema em MVC.

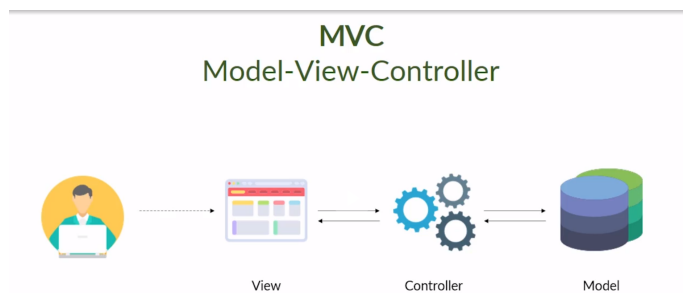


Fig. 10: Padrão Arquitetural em MVC - Fonte: DevMedia

O Modelo é responsável por representar os dados e a lógica de negócios da aplicação. Ele encapsula a manipulação e a persistência dos dados, bem como a execução das operações necessárias para processar a lógica de negócios específica do Busshare. O Modelo fornece uma interface para acessar e modificar os dados, garantindo a consistência e integridade das informações.

A Visão trata da interface do usuário, exibindo os dados e permitindo a interação com o aplicativo. Ela apresenta as informações de forma adequada e fornece os meios para que os usuários interajam com o sistema. A Visão é responsável por apresentar os dados do Modelo de maneira compreensível e atrativa, oferecendo uma experiência de usuário agradável e intuitiva.

O Controlador atua como intermediário entre o Modelo e a Visão. Ele recebe as entradas do usuário por meio da interface da Visão e as processa, atualizando o Modelo conforme necessário. O Controlador também é responsável por coordenar as interações entre a Visão e o Modelo, garantindo a consistência dos dados e a correta execução das operações.

Além do padrão MVC, a implementação do Busshare também adotou conceitos de componentização. Essa abordagem consiste em dividir a aplicação em pequenos componentes independentes, cada um responsável por uma funcionalidade específica. Esses componentes podem ser reutilizados em diferentes partes do aplicativo, facilitando a manutenção e a leitura do código.

A programação baseada em componentes traz várias vantagens para o desenvolvimento do Busshare. A modularidade proporcionada pela abordagem de componentes permite uma melhor organização do código, tornando-o mais legível e fácil de entender. Além disso, a reutilização de componentes em diferentes partes do aplicativo reduz a duplicação de código e simplifica a implementação de novas funcionalidades.

A divisão da aplicação em componentes menores e independentes também facilita a manutenção do aplicativo. Ao isolar cada componente, é possível realizar atualizações ou correções de forma isolada, sem afetar o restante do aplicativo. Isso agiliza o processo de desenvolvimento, torna mais fácil a identificação e solução de problemas, e promove uma maior escalabilidade do sistema.

1) Segurança e estrutura dos dados: A segurança dos dados é um tema cada vez mais importante na era digital. Com o grande volume de informações pessoais e confidenciais que são armazenadas e transmitidas online, é essencial que as empresas e usuários estejam cientes dos riscos associados à manipulação de dados e tomem medidas para proteger sua privacidade e segurança. Por trabalhar com dados sensíveis, como a localização e o itinerário

dos passageiros, o Busshare tem grande responsabilidade em como esses dados serão utilizados e armazenados. Desta forma, sua estrutura de dados foi pensada de forma que os dados do usuário não fossem públicos ou explícitos, dificultando o vazamento ou uso indevidos destes dados.

Como já foi dito anteriormente, o Busshare adotou o firebase como seu banco de dados, onde será armazenado e coletado todas as informações necessárias para o funcionamento da aplicação, e portanto segue os paradigmas do mesmo, como os conceitos de NoSql, sendo um tipo de banco de dados que funciona de maneira diferente, não contando com esquema de tabelas, mas sim com estruturas de pares-chave, como nos JSON. Além disso, o firebase possui dados baseados em documentos sendo altamente flexível e não precisando de colunas pré-montadas, é um tipo de banco de dados indicado principalmente para tratar dados não estruturados, pois uma única coleção pode contar com grupos de dados de formatos diferentes [21].

Seguindo esses conceitos a aplicação roda em torno de dois tipos de chaves principais (documentos), o documento de usuário e o documento de linha.

Conforme ilustrado na figura 16, toda a estrutura que ronda os dados do usuário como Id e dados da rota são mascarados por chaves aleatórias geradas pelo próprio firebase, desta forma torna-se mais difícil identificar a qual usuário pertence cada conjunto de documentos (dados) pessoais referentes a cada usuário na base de dados, trazendo uma camada extra de segurança para os dados dos usuários.

A Hash utilizado para identificar o usuário é gerado e disponibilizado apenas na aplicação do usuário em questão assim que o usuário efetua o login pelo aplicativo, sendo utilizada também como token de validação. Desta forma, assim que o usuário se cadastra no aplicativo é gerado um documento único para armazenar seus dados. Já na figura 17, é possível visualizar a estrutura utilizada no armazenamento dos dados das linhas de ônibus, dados esses que são enviados pelos próprios usuários.

Para isso foi elaborado uma estrutura onde o número da linha de ônibus é a chave para o documento do mesmo, sendo seus dados divididos em subdocumentos seguindo o padrão "Ano-Mes—HH:MM", desta forma cada documento será único e seguindo a lógica mencionada anteriormente, cada documento terá uma vida útil de até 15 minutos após ser gerado. Estes subdocumentos são gerados automaticamente assim que um pedido de busca pela linha de ônibus é enviado novamente por algum usuário.

Nota-se também, que para cada documento "Ano-Mes—HH:MM" haverá uma lista de marcadores onde será armazenados cada colaboração enviada pelos usuários alvo da solicitação de apoio, contendo a sua localização (localização do veículo informada pelo usuário) o estado do trânsito local e a hora que esta informação foi enviada.

É importante também explicar que o Busshare valoriza a privacidade e segurança dos usuários, e não tem nenhuma intenção de rastreá-los em seus trajetos de ônibus. Portanto, o aplicativo não armazena de forma alguma qualquer relação direta entre a geolocalização dos usuários e suas identidades pessoais. A coleta de informações sobre a localização dos ônibus é realizada de forma agregada e anônima, garantindo que os dados sejam tratados de maneira completamente sigilosa e sem vínculos individualizados.

F. Telas do aplicativo

A seguir, veremos as principais telas que a serem utilizadas pelos usuários.



Fig. 11: Tela de busca de veículos

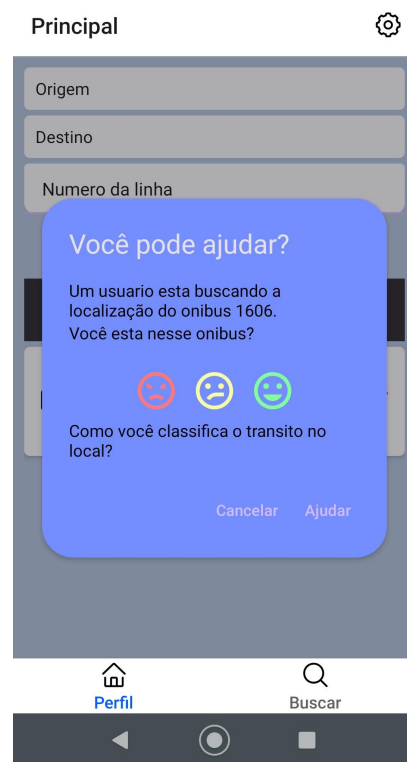


Fig. 13: Notificação para compartilhamento de geolocalização

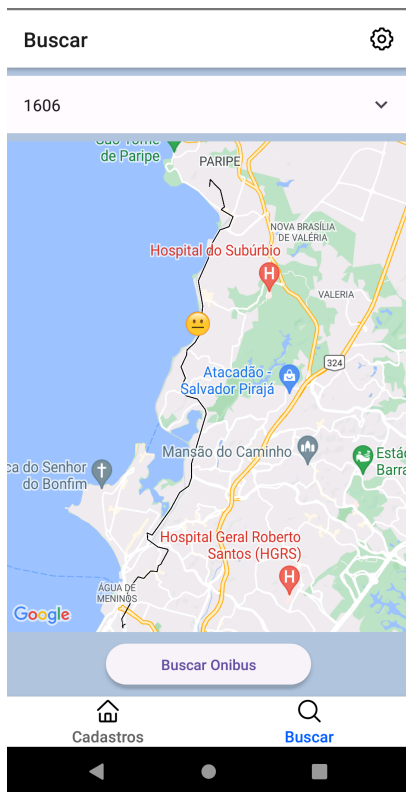


Fig. 12: Tela de busca de veículos com Pin de usuário externo

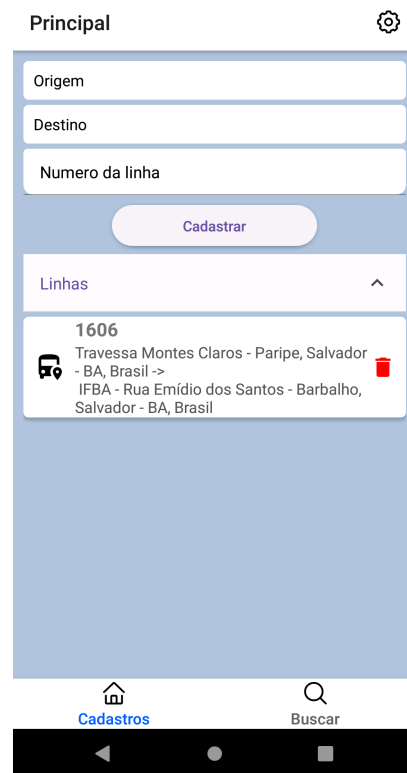


Fig. 14: Tela de cadastro de linhas

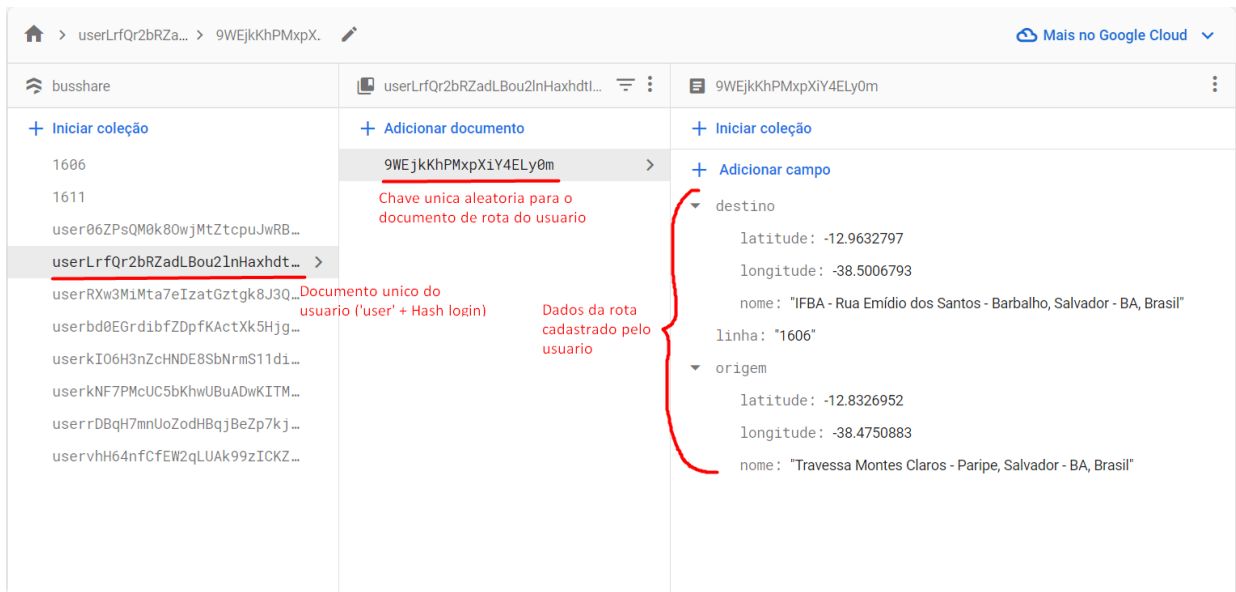


Fig. 15: Estrutura banco de dados - Dados Usuário

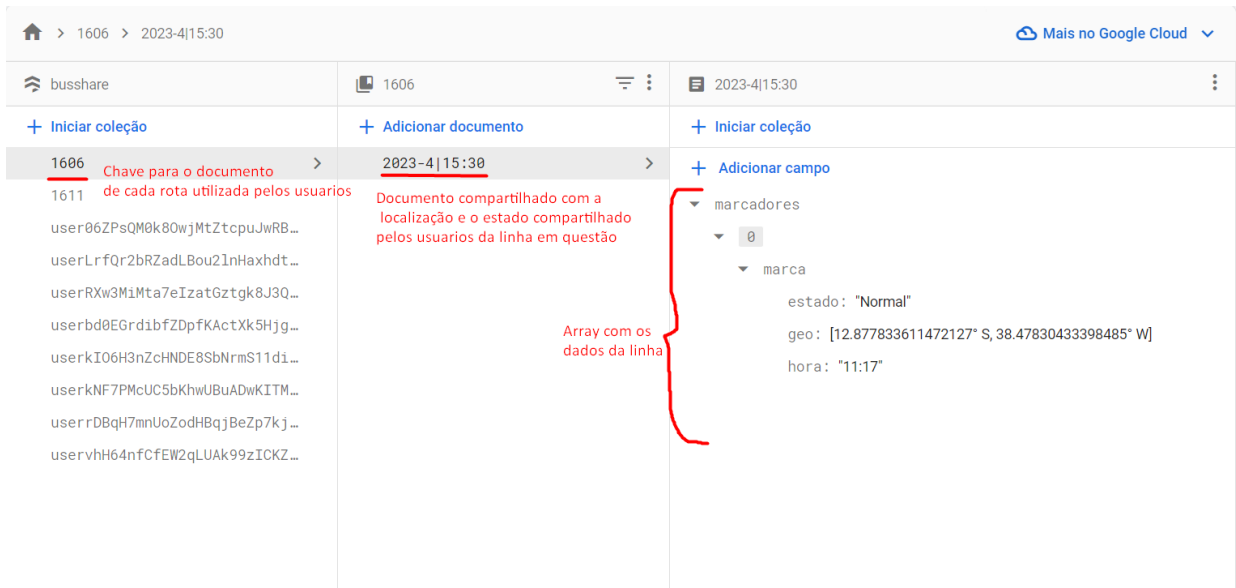


Fig. 16: Estrutura banco de dados - Dados Linhas de ônibus

V. RESULTADOS ESPERADOS

Com a implementação da metodologia de crowdsourcing proposta e executada no Busshare, espera-se contribuir de forma significativa para a eficácia da mobilidade urbana, impactando positivamente a vida dos usuários de transporte público, especialmente aqueles que utilizam ônibus como meio de locomoção. O objetivo é tornar suas rotinas de trânsito mais tranquilas, eficientes e confortáveis, reduzindo o tempo de espera, fornecendo informações precisas sobre a localização dos ônibus e ajudando a evitar a superlotação.

Ao desenvolver uma aplicação para a plataforma Android e IOS, almeja-se alcançar um amplo número de usuários, uma vez que essa plataforma é mais acessível devido aos preços mais baixos dos dispositivos em comparação com outras plataformas, como o iOS. Isso é particularmente importante porque muitos usuários de baixa renda, que dependem do transporte coletivo em suas atividades diárias, podem não ter acesso ou recursos para adquirir dispositivos móveis de alto custo, como é comum no caso do iOS. Portanto, é crucial utilizar tecnologias modernas e inclusivas que atendam à realidade de todos os tipos de usuários, especialmente aqueles com menor poder aquisitivo.

Por meio de campanhas digitais para divulgação da nova modalidade de consulta aos dados de mobilidade urbana proposta pelo Busshare, espera-se atrair um grande número de usuários que enxerguem a aplicação como uma alternativa para os problemas encontrados nas atuais soluções de mobilidade e transporte público em Salvador. Nesse sentido, é essencial entrar em contato com as autoridades públicas do estado para promover e obter patrocínio para o aplicativo, a fim de atender às demandas da população.

A criação do Busshare também busca estabelecer uma comunidade de crescimento contínuo, com a divulgação do código-fonte do aplicativo como open-source, visando melhorar ainda mais a funcionalidade e desempenho da aplicação. Essa abordagem permite que outros desenvolvedores contribuam com ideias, correções de bugs e aprimoramentos, impulsionando o desenvolvimento colaborativo da aplicação. Essa colaboração da comunidade pode levar a atualizações regulares, novos recursos e uma aplicação cada vez mais robusta e adaptada às necessidades dos usuários.

Após a consolidação do Busshare na cidade de Salvador, espera-se que a aplicação desempenhe um papel fundamental na auditoria dos serviços prestados pela empresa de transporte urbano local. Por meio da coleta de dados gerais de uso da aplicação, o Busshare fornecerá informações valiosas que podem servir como ponto de partida para a sociedade ou para os governantes avaliarem a qualidade e eficiência do serviço oferecido. Esses dados podem incluir informações sobre a frequência e regularidade dos ônibus, o cumprimento dos horários, a lotação dos veículos e a satisfação dos usuários.

A disponibilidade dessas informações transparentes e acessíveis permitirá que a população exerça seu direito de avaliar o desempenho da empresa de transporte e cobrar por melhorias e mudanças necessárias. Além disso, esses dados podem ser utilizados como evidência em casos de falhas graves no serviço, embasando possíveis cobranças judiciais por parte da sociedade. Dessa forma, o Busshare promove a transparência e a responsabilidade no setor de transporte público, incentivando a prestação de um serviço de qualidade e responsabilidade para os cidadãos.

Há um potencial significativo para expandir o aplicativo para outras cidades do país. No entanto, essa expansão requer uma adaptação cuidadosa às particularidades de cada região. É essencial considerar as características geográficas, como a extensão territorial e a topografia, que podem influenciar na eficiência do transporte público. Além disso, é necessário levar em conta os sistemas de transporte já existentes em cada cidade, as diferentes rotas e horários dos ônibus, bem como as demandas e necessidades específicas da população local.

A personalização do Busshare para cada cidade é fundamental para garantir que o aplicativo forneça informações precisas e atualizadas,

atendendo às necessidades específicas de cada comunidade. Isso pode envolver a integração com sistemas de transporte locais, a inclusão de funcionalidades específicas para determinadas rotas ou bairros, e a adaptação da interface e das informações apresentadas aos usuários de acordo com as características de cada cidade. Com essa abordagem personalizada, o Busshare será capaz de proporcionar uma experiência de transporte público mais eficiente, conveniente e personalizada em todo o país, contribuindo para a melhoria da mobilidade urbana de forma consistente e abrangente.

VI. CONCLUSÃO

Em conclusão, este trabalho ressalta a importância de abordar os desafios da mobilidade urbana por meio de soluções inovadoras e tecnológicas, como é o caso do Busshare. Essa aplicação móvel busca melhorar a eficiência e a qualidade do transporte público, proporcionando uma experiência mais tranquila, eficiente e confortável para os usuários.

A metodologia de crowdsourcing adotada no Busshare demonstrou ser uma abordagem funcional, permitindo a coleta e o compartilhamento de informações em tempo real sobre a localização dos ônibus por meio da participação dos próprios usuários. Essa colaboração ativa trouxe benefícios significativos, como a constante atualização dos dados e a ampliação da cobertura das informações em diferentes linhas e horários.

A análise de dados provenientes da aplicação pode assumir um papel de relevância para gestores, fornecendo informações relevantes para a tomada de decisões estratégicas. Através dessa análise, é possível identificar padrões de comportamento dos usuários, otimizar a alocação de recursos, detectar problemas no sistema e implementar melhorias contínuas. Essa abordagem baseada em dados fortalece a eficácia do Busshare ao garantir que as decisões sejam embasadas em informações precisas e atualizadas.

Em suma, o Busshare emerge como uma alternativa para melhorar a mobilidade urbana, oferecendo uma solução prática e colaborativa que busca tornar o transporte público mais eficiente e conveniente para os usuários. Por meio do uso de tecnologias modernas, análise de dados e ações estratégicas, o Busshare possui o potencial de impactar positivamente a vida dos cidadãos, proporcionando uma experiência de transporte mais eficaz e, conseqüentemente, melhorando a qualidade de vida nas cidades.

No entanto, é importante ressaltar que o Busshare não é uma solução isolada, mas parte de um ecossistema mais amplo de medidas e iniciativas para melhorar a mobilidade urbana. É essencial que haja uma integração entre diferentes atores, como governos, empresas de transporte, usuários e a sociedade como um todo, visando implementar soluções abrangentes e sustentáveis para os desafios enfrentados nas cidades.

À medida que as cidades continuam a enfrentar o crescimento populacional e os desafios de mobilidade, soluções inovadoras como o Busshare têm o potencial de desempenhar um papel significativo na transformação do transporte público e na criação de cidades mais inteligentes e acessíveis. Com o apoio contínuo de tecnologias emergentes, colaboração ativa e engajamento dos usuários, podemos vislumbrar um futuro mais promissor e eficiente para a mobilidade urbana.

A. Trabalhos futuros

Com relação aos trabalhos futuros para aprimorar a aplicação Busshare, há diversos pontos que podem ser abordados para melhorar sua funcionalidade e efetividade.

A seguir listaremos alguns pontos de melhorias identificados na aplicação.

B. Validação de compartilhamento

Um dos principais pontos de melhoria identificado durante o desenvolvimento e teste da aplicação foi a necessidade de validação mais rigorosa do compartilhamento da localização dos ônibus pelos usuários que participam da mesma linha em questão. Atualmente, o compartilhamento é filtrado e validado pelo horário em que a geolocalização é compartilhada e pela linha solicitada pelo usuário inicial. No entanto, foi observado que o compartilhamento falso da localização dos veículos pode se tornar um problema para os usuários que dependem desses dados para tomar decisões, podendo causar transtornos graves.

Para solucionar esse problema, será necessário implementar um tratamento ao receber o dado geográfico enviado pelos usuários. Isso implica em verificar, principalmente, se ele está verdadeiramente ligado à rota da linha em questão, evitando que compartilhamentos falsos de localidade que em nada têm a ver com a rota do veículo sejam enviados. Além disso, será importante a validação por meio da repetição dos dados, ou seja, verificar se outros usuários compartilharam a localização em pontos próximos, aumentando a confiabilidade das informações passadas.

C. Melhorias no cadastro

Atualmente, a aplicação do Busshare oferece aos usuários a funcionalidade de cadastrar seus trajetos com base em uma localidade de início da viagem e um ponto final para a viagem, associados a uma linha de ônibus específica. No entanto, é importante destacar que essa funcionalidade não permite que o usuário defina a orientação do veículo que deseja utilizar. Esse é um aspecto relevante, especialmente em cidades como Salvador, onde os ônibus possuem o mesmo número de identificação tanto quando estão no sentido de ida para o destino final da linha, quanto quando estão na volta para o ponto inicial do trajeto.

Para melhorar a precisão e utilidade das informações fornecidas sobre o transporte coletivo, é necessário implementar uma maneira de o usuário definir a orientação do veículo desejada. Essa funcionalidade adicional permitiria que os usuários obtenham informações mais relevantes e específicas sobre a direção do ônibus em relação ao seu destino.

Ao fornecer a opção de selecionar a orientação do veículo desejada, os usuários poderão ter acesso a dados mais precisos sobre a localização e a disponibilidade dos ônibus em tempo real. Por exemplo, se um usuário está planejando uma viagem de ida em uma determinada linha de ônibus, ele poderá selecionar a orientação do veículo que segue em direção ao seu destino final. Dessa forma, ele receberá informações atualizadas sobre os ônibus que estão indo na mesma direção, facilitando a visualização e a escolha do transporte mais adequado para a sua necessidade.

D. Aspectos visuais e gamificação

Outra área que oferece potencial para aprimoramento no Busshare é a interface do usuário. Embora o aplicativo já tenha sido desenvolvido com telas simples e intuitivas, sempre há espaço para melhorias e personalizações que tornem a experiência do usuário ainda mais agradável, atrativa e satisfatória. Uma interface visualmente atraente e funcional pode desempenhar um papel crucial na adoção e no engajamento dos usuários.

Com base nisso, uma ideia interessante para impulsionar o uso do aplicativo e incentivar a participação ativa dos usuários é a implementação de um sistema de gamificação. A gamificação é uma abordagem que utiliza elementos de jogos e mecanismos de recompensa para envolver e motivar os usuários a realizar determinadas ações desejadas. Nesse contexto, a gamificação poderia ser aplicada no Busshare para estimular os usuários a compartilhar informações relevantes sobre o transporte coletivo,

como atrasos, condições do trânsito e ocorrências relevantes.

E. Cruzamento de dados

Para oferecer aos usuários uma experiência ainda mais completa e prática, seria extremamente benéfico realizar o cruzamento de dados entre o Busshare e outras aplicações similares, como o Moovit e o Cittamobi. Ao integrar essas fontes de informações, os usuários teriam acesso a uma gama ainda maior de dados relevantes sobre o transporte coletivo, o que facilitaria a tomada de decisões e melhoraria significativamente a eficiência da mobilidade urbana.

No entanto, é importante ressaltar que um dos desafios nesse processo é a padronização, disponibilidade e abertura dos dados por parte das empresas responsáveis por eles. Mesmo sendo um serviço **público**, os dados relevantes para a melhoria da mobilidade urbana são de propriedade de empresas privadas, que podem ter diretrizes restritivas quanto à distribuição dessas informações. Diante dessa contradição, é necessário trabalhar em soluções que promovam a colaboração entre o setor público e privado, incentivando a abertura de dados e estabelecendo diretrizes claras para compartilhamento de informações.

Uma possível abordagem seria a criação de iniciativas governamentais que incentivem as empresas de transporte a disponibilizar seus dados de forma padronizada e acessível. Isso poderia ser feito por meio de políticas de transparência, que estabeleçam a obrigatoriedade do compartilhamento de dados relevantes para o planejamento e a melhoria dos sistemas de transporte. Além disso, a criação de padrões e protocolos comuns para a troca de informações entre os aplicativos poderia simplificar o processo de integração e facilitar a cooperação entre as diferentes plataformas.

F. Análise dos dados coletados

O Firebase, além de ser uma base de dados NoSQL, possui uma ferramenta para análise de dados das aplicações chamada Google Analytics. Essa ferramenta é extremamente útil para os gestores da aplicação, pois permite que gerem relatórios detalhados sobre o estado e uso da aplicação, trazendo dados como número de usuários ativos, usuários por localidade, entre outros. Além disso, o Google Analytics também permite analisar informações baseadas nos documentos da base de dados, como os documentos de linhas utilizados pelo Busshare.

Esses dados são extremamente importantes para a comunidade, pois a partir deles é possível identificar padrões, como por exemplo as linhas de ônibus com maior solicitação pelos usuários, o que estaria diretamente ligado a um grande fluxo de usuários para a linha em questão. Além disso, é possível analisar o número de requisições por espaço geográfico, o que poderia indicar, por exemplo, as localidades com mais atrasos ou congestionamentos.

A partir desses relatórios, é possível divulgá-los para a população e para os gestores de cada localidade, permitindo que os gestores avaliem e corrijam problemas na mobilidade, e que os cidadãos cobrem por melhorias.

Além disso, por utilizar o OneSignal como gerenciador de notificações para a aplicação, o Busshare tem acesso a uma série de serviços oferecidos pela plataforma, como o envio manual de notificações interativas com anexos ou links externos. Essas notificações podem ser usadas a favor da comunidade, permitindo que o Busshare seja utilizado como veículo de comunicação entre as entidades responsáveis pela mobilidade urbana, como a Integra ou a Semob, e a sociedade. Por meio dessas notificações, os usuários podem ser informados ou alertados sobre congestionamentos esperados, eventos ou redução de frota que podem afetar o transporte urbano.

Na figura 18, disponível na seção de anexos, é possível visualizar um exemplo de notificação que poderia ser enviado pela plataforma

informando aos usuários das linhas de ônibus da suburbana, por exemplo, sobre uma alteração de rota nas linhas que eles utilizam.

VII. AGRADECIMENTOS

É com imensa satisfação e profunda gratidão que apresento meus agradecimentos neste trabalho de conclusão de curso. Este momento representa o encerramento de uma etapa significativa em minha trajetória acadêmica, e é com grande apreço que reconheço a contribuição de todos aqueles que tornaram possível o sucesso deste trabalho.

Ao longo dessa jornada de pesquisa e desenvolvimento, fui abençoado por contar com o apoio inúmeras pessoas, que prontamente ofereceram orientação, suporte e estímulo. Seus conhecimentos, conselhos e palavras de encorajamento foram fundamentais para a realização deste trabalho, e é com profunda gratidão que expresso meus sinceros agradecimentos a todos os envolvidos.

Em primeiro lugar, gostaria de expressar minha gratidão incondicional à minha mãe. Seu apoio constante ao longo de minha jornada acadêmica, incentivando-me a superar desafios e compartilhando sua sabedoria, foi fundamental para o meu crescimento pessoal e profissional. Agradeço por acreditar em minha capacidade e por ser meu porto seguro durante toda essa jornada.

Também não posso deixar de agradecer aos meus amigos, cuja presença e incentivo nos momentos difíceis foram inestimáveis. Agradeço por seu apoio no desenvolvimento da aplicação proposta neste trabalho de conclusão, bem como pelos valiosos testes, sugestões de melhoria e feedback geral da aplicação. Sua colaboração foi essencial para aprimorar a qualidade deste trabalho. Gostaria de estender um agradecimento especial ao meu colega de instituição, Alisson, pela sua presença no momento da concepção da aplicação. Suas ideias e contribuições foram fundamentais para moldar a direção deste trabalho, e sou grato por sua amizade.

Por fim, desejo expressar minha sincera gratidão aos professores do IFBA e, em particular, ao meu orientador, Pablo Vieira Florentino. Sua presença constante, orientação cuidadosa, correções minuciosas e ensinamentos valiosos foram essenciais em todas as etapas do processo de criação deste trabalho. Sua vasta experiência, conhecimento e parceria foram elementos-chave para alcançarmos esse momento com êxito.

O código-fonte para o trabalho desenvolvido nesse TCC está disponível em: <https://github.com/JhonIstone/busshare>

REFERENCES

- [1] A. Gandra. "Agência Brasil explica detalhes do Censo 2022". Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-07/agencia-brasil-explica-detalhes-do-censo-2022-que-comeca-hoje#:~:text=α%0por%0meio%0do%0Censo,de%0215%0milhues%0de%0habitantes.> Acesso em 14/09/2022.
- [2] G. P. da Silva. "Mobilidade urbana: o desafio para as cidades no século XXI - Oxfam Brasil". Oxfam Brasil. Disponível em: https://www.oxfam.org.br/noticias/mobilidade-urbana-o-desafio-para-as-cidades-no-seculo-xxi/?gclid=Cj0KCQjw94WZBhDtARIsAKxWG--\ebTkZGGHRsUEjyPcexwy-1i65HDQIP7CmOO48GieJJ619oz-HTvsaAp2KEALw_wcB Acesso em 14/09/2022.
- [3] P. Peduzzi. "Estudo do Ipea mostra que 65% da população usam transporte público nas capitais — Agência Brasil". EBC — Notícias do Brasil e do mundo e conteúdos sobre esportes, educação, cidadania e infantil. Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2011-05-04/estudo-do-ipea-mostra-que-65-da-populacao-usam-transporte-publico-nas-capitais#:~:text=Brasilia%0%0Um%0estudo%0divulgado%0hoje,p%0no%0dia%0a%0dia.> Acesso em 15/09/2022.
- [4] ALMEIDA, Rodrigo Lucas Amora et al. Quando a Tecnologia apoia a Mobilidade Urbana: Uma Avaliação sobre a Experiência do Usuário com Aplicações Móveis. 1 out. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317177125_Quando_a_Tecnologia_apoia_a_Mobilidade_Urbana_Uma_Avaliacao_sobre_a_Experiencia_do_Usuario_com_Aplicacoes_mveis. Acesso em: 28/09/2022
- [5] P. Florentino. "Se tivéssemos dados realmente abertos sobre ônibus de Salvador?" Caos Planejado. Disponível em: <https://www.obmobsalvador.org/post/e-se-tiv%C3%A9ssemos-dados-realmente-abertos-sobre-o-sistema-de-transportes-por-C3%B4nibus-em-salvador> Acesso em: 30/04/2023
- [6] OKBR. "Resultados do Índice de Dados Abertos sugerem que é preciso avançar na transparência municipal - Open Knowledge Brasil". Open Knowledge Brasil. Disponível em: <https://ok.org.br/noticia/resultados-do-indice-de-dados-abertos-sugerem-que-e-preciso-avancar-na-transparencia-municipal/> Acesso em: 29/10/2022
- [7] N. Nandan, A. Pursche and X. Zhe, "Challenges in Crowdsourcing Real-Time Information for Public Transportation," 2014 IEEE 15th International Conference on Mobile Data Management, 2014, pp. 67-72, doi: 10.1109/MDM.2014.70 Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6916878> Acesso em: 29/10/2022
- [8] P. Taylor. "Smartphone subscriptions worldwide 2027 — Statista". Statista. <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/> Acesso em: 13/03/2023.
- [9] IBGE. "População Rural e Urbana", Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html> Acesso em: 24/03/2023
- [10] I. Sommerville, Software Engineering. Pearson Education, 2010.
- [11] DEFINIÇÃO de Termo: padrão arquitetural. Disponível em: https://www.cin.ufpe.br/~gta/rup-vc/core.base_rup/guidances/termdefinitions/architectural_pattern_E2E8EB79.html#:~:text=Um%0padro%0arquitetural%0expressa%0um,organizar%0as%0orelames%0entre%0eles. Acesso em: 06/04/2023.
- [12] REACT Native · Learn once, write anywhere. Disponível em: <https://reactnative.dev/>. Acesso em: 10/04/2023.
- [13] PUSH NOTIFICATION Software to Improve Customer Engagement. Disponível em: <https://onesignal.com/>. Acesso em: 11/04/2023.
- [14] AUTOCOMPLETE in Google Maps Places API. Disponível em: <https://developers.google.com/maps/documentation/places/web-service/autocomplete?hl=pt-br>. Acesso em: 11/04/2023.
- [15] FIREBASE. Firebase Authentication: Faça login dos usuários com facilidade e segurança. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/auth?authuser=0&hl=pt>. Acesso em: 11/04/2023.
- [16] FIREBASE. Firebase Firestore: Um banco de dados na nuvem flexível e escalável para desenvolvimento de aplicativos. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/firestore?authuser=0&hl=pt>. Acesso em: 11/04/2023.
- [17] "Cittamobi". Cittamobi. <https://www.cittamobi.com.br/home/como-usar/> Acesso em: 25/04/2023.
- [18] Moovit. "Versão 5.70 - Saiba em tempo real se sua estação ou ônibus estão lotados". Moovit. Disponível em: <https://support.moovitapp.com/hc/pt-br/articles/360022062080-Vers%3f3o-5-70-Saiba-em-tempo-real-se-sua-esta%3f7%3f3o-ou-%3f4nibus-est%3f3o-lotados> Acesso em 25/04/2023.
- [19] "FixMyStreet". FixMyStreet. <https://www.fixmystreet.com/> Acesso em: 25/04/2023.
- [20] "Street Bump". Home — Connected Bits. https://connectedbits.com/street_bump/ Acesso em: 25/04/2023.
- [21] "Bancos de dados NoSQL: entenda o conceito e confira as categorias e exemplos". XP Educação. <https://blog.xpeducacao.com.br/bancos-de-dados-nosql/#:~:text=Bancos%0de%0dados%0NoSQL%0so%0projetados%20para%20escalabilidade%20horizontal,%20armazenamento,%20custo%20elevado%20de%20manuten.> Acesso em: 26/04/2023.
- [22] MAIA, F. N.; PEREZ, M. A. M. "CROWDURBANISMO MOBILIZAÇÃO SOCIAL DIGITAL NA E PARA A CIDADE". In: IV SIMPGEU - I ENURB, Ago 2013, UFRJ. Anais... UFRJ: [s.n.], Ago 2013. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/21/teses/819906.pdf> Acesso em: 13/05/2023
- [23] Z. Li, C. Chen e K. Wang. "Cloud Computing for Agent-Based Urban Transportation Systems". IEEE Xplore. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5714205> Acesso em: 13/05/2023.

- [24] "Urban Mobility Analysis With Mobile Network Data: A Visual Analytics Approach". IEEE Xplore. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8016605> (Acesso em: 13/05/2023).
- [25] G. C. Pereira, M. C. F. Rocha, e P. V. Florentino, "Spatial Representation: City and Digital Spaces", em Computational Science and Its Applications – ICCSA 2013, B. Murgante, S. Misra, M. Carlini, C. M. Torre, H.-Q. Nguyen, D. Taniar, B. O. Apduhan, e O. Gervasi, Orgs., Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, p. 524–537. Acesso em: 02/06/2023. [Online]. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-39646-5_38
- [26] F. Carrera, S. Guerin, and J. Thorp, "By the people, for the people: the crowdsourcing of 'streetbump', an automatic pothole mapping app," *UDMS2013-Street Bump Fina*, vol. 52, pp. -, May 2013. DOI: 10.5194/isprsarchives-XL-4-W1-19-2013. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-39646-5_38. Acesso em: 02/06/2023.
- [27] "Uber. Quem Somos?" Uber. Disponível em: <https://www.uber.com/br/pt-br/about/?uclid=45f5a099-c2b4-42e0-938d-6cbfebca07b4>. Acesso em: 07/07/2023.
- [28] "Instruções de Direção, Atualizações do Tráfego Em Tempo Real Condições Das Estradas - Waze". Waze. Disponível em: <https://www.waze.com/pt-PT/live-map/>. Acesso em: 07/07/2023.
- [29] "O que é GPS? – Tecnoblog". Tecnoblog. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-gps/>. Acesso em: 07/07/2023.
- [30] "Passageiro". 99. Disponível em: <https://99app.com/passageiro/>. Acesso em 07/07/2023.
- [31] "OpenStreetMap". OpenStreetMap. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/>. Acesso em: 07/07/2023.
- [32] "O que é crowdfunding?" O que é crowdfunding? Disponível em: <https://www.cidades.co/blog/o-que-e-crowdfunding>. Acesso em: 07/07/2023.
- [33] H. Medeiros. "Introdução ao Padrão MVC: Primeiros passos na Arquitetura MVC". DevMedia. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-padrao-mvc/29308>. Acesso em: 07/07/2023.
- [34] "Own the city — Cabify". La ciudad es tuya. Viaja con nosotros — Cabify. Disponível em: <https://cabify.com/en> Acesso em: 07/07/2023.

Anexos

1. Audience

Send to Subscribed Users
 Send to particular segment(s)

What segment(s) **should** receive this message?

Linhas Suburbana + Include Segment

Segmento de usuario a ser enviado

What segment(s) **should not** receive this message?

- Exclude Segment

2. Message

[A/B Test](#) [Send Test Push](#)

[Add Languages](#)

Title

Alerta de Alteração de Rota

Titulo da Notificação

Message *

A prefeitura avisa as seguinte linhas de ônibus foram alteradas ...

Mensagem a ser enviada

Image

Upload or input url [Upload](#)

Launch URL

http://bit.ly/abc

[Platform Settings](#)




Fig. 17: Exemplo de envio de notificação manual via OneSignal



← Configurações

Receber notificações

Lembre-se, o Busshare é feito de passageiros para passageiros, sua contribuição é essencial para o funcionamento da aplicação, não deixe que essa comunidade acabe.

Desconectar

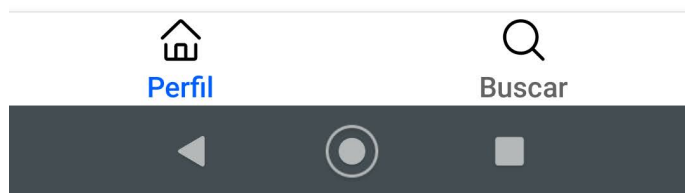


Fig. 18: Tela de Configurações do Usuário