

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

SAMUEL MARTINIANO CUNHA DE SOUSA

InteliRio: Uma proposta de um sistema de computação urbana para a cidade do Rio de Janeiro

RIO DE JANEIRO
2023

SAMUEL MARTINIANO CUNHA DE SOUSA

InteliRio: Uma proposta de um sistema de computação urbana para a cidade do Rio de Janeiro

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Profa. Silvana Rossetto

RIO DE JANEIRO

2023

CIP - Catalogação na Publicação

S725i Sousa, Samuel
InteliRio: Uma proposta de um sistema de
computação urbana para a cidade do Rio de Janeiro /
Samuel Sousa. -- Rio de Janeiro, 2023.
74 f.

Orientador: Silvana Rossetto.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto
de Computação, Bacharel em Ciência da Computação,
2023.

1. Computação Urbana. I. Rossetto, Silvana,
orient. II. Título.

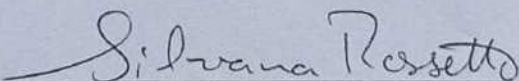
SAMUEL MARTINIANO CUNHA DE SOUSA

InteliRio: Uma proposta de um sistema de computação urbana para a cidade do Rio de Janeiro

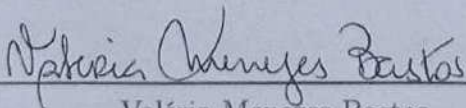
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em 12 de setembro de 2023

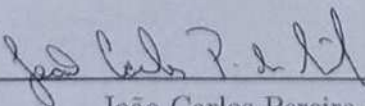
BANCA EXAMINADORA:



Silvana Rossetto, D.Sc
Instituto de Computação - UFRJ
Orientadora



Valéria Menezes Bastos
Instituto de Computação - UFRJ



João Carlos Pereira da Silva
Instituto de Computação - UFRJ

Dedico este trabalho à Regina e Gilmar, por terem sido minhas bases na vida, apoio em tempos difíceis e luz nos caminhos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Instituto de Computação da UFRJ por ter me dado a oportunidade de expandir meus horizontes para o que era possível com a computação; à professora Silvana Rossetto pela paciência, dedicação e orientação sobre este trabalho e tema; e por fim a todos que colaboraram com as pesquisas e avaliações deste trabalho.

RESUMO

A urbanização da cidade do Rio de Janeiro, apesar dos aspectos positivos, também trouxe aspectos negativos do ponto de vista da qualidade de vida dos seus cidadãos. As ferramentas computacionais e tecnológicas da cidade também deixam a desejar no quesito atendimento ao seus moradores e solução de problemas, entre os quais podemos citar: irregularidades nos transportes, falta de informação sobre medicamentos oferecidos pela rede pública, falta de coleta de lixo, dentre outros. Com isso em vista, esse trabalho tem o objetivo de apresentar uma proposta de aplicação que atenda demandas dos cidadãos nas áreas de transporte, saúde, segurança e meio ambiente — chamada InteliRio — fazendo uso de dados fornecidos pelos cidadãos, por fontes oficiais providas por gestores públicos da cidade e por coleta de informações. Para elaborar a arquitetura desta proposta de aplicação, foram realizadas pesquisas de demandas a fim de entender e definir melhor o escopo do problema e da solução proposta. A proposta elaborada é composta por duas aplicações: um aplicativo móvel para os cidadãos e outra aplicação de gestão para os agentes públicos da cidade. Finalmente, uma avaliação da usabilidade do protótipo de telas do aplicativo móvel foi realizada com um grupo fechado e usuários. Os resultados mostraram que há demandas para esse tipo de aplicação.

Palavras-chave: computação urbana; aplicativo móvel; sistemas distribuídos;

ABSTRACT

The urbanization of the city of Rio de Janeiro, despite its positive aspects, has also brought negative aspects from the perspective of the quality of life of its citizens. The city's computational and technological tools also leave much to be desired in terms of serving its residents and solving problems, including irregularities in transportation, lack of information about medications offered by the public healthcare system, insufficient waste collection, among others. With this in mind, this work aims to present a prototype application that addresses the demands of citizens in the areas of transportation, healthcare, security, and the environment — called InteliRio — using data provided by citizens, official sources provided by public administrators, and data collection. To develop the architecture of this prototype application, a research was conducted in order to better understand and define the scope of the problem and the proposed solution. The developed prototype consists of two applications: a mobile app for citizens and another management application for city public agents. Finally, an evaluation of the usability of the developed prototype was conducted with a closed group of users. The results showed that there is a demand for this type of application.

Keywords: urban computing; distributed systems; mobile app;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxo da computação urbana	16
Figura 2 – Local de residência e trabalho	23
Figura 3 – Frequência de uso do transporte publico	24
Figura 4 – Meios de transporte mais utilizados	24
Figura 5 – Canal de comunicação para relatos de eventos	25
Figura 6 – Canal de comunicação utilizado para consulta a postos de saúde	25
Figura 7 – Canal de comunicação para consulta sobre segurança de uma região	26
Figura 8 – Necessidade de reportar incidentes de segurança	26
Figura 9 – Visão geral dos componentes	33
Figura 10 – Visão geral dos componentes	36
Figura 11 – Tela de login e principal	41
Figura 12 – Tela principal de transporte, consulta de linhas e rotas	42
Figura 13 – Tela de transporte, reportar informações e criar rotas	42
Figura 14 – Tela de transporte, rota personalizada	43
Figura 15 – Tela principal de saúde e consultar lotação	43
Figura 16 – Tela de saúde, consulta de médicos e medicamentos	44
Figura 17 – Tela de segurança	44
Figura 18 – Tela de meio ambiente	45
Figura 19 – Pergunta a respeito da usabilidade do app	46
Figura 20 – Pergunta a respeito da proposta do app	46
Figura 21 – Pergunta sobre qual região do Rio	53
Figura 22 – Pergunta sobre a frequência de uso do transporte publico	53
Figura 23 – Pergunta sobre meios de transporte mais utilizados	54
Figura 24 – Pergunta sobre a frequência de relato de problemas nos transportes	54
Figura 25 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feito o relato	55
Figura 26 – Pergunta sobre o desejo de relatar problemas de atrasos, acidentes e localização de meios de transporte	55
Figura 27 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feita a consulta de transporte	56
Figura 28 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feita a consulta de saúde	57
Figura 29 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feita a consulta de segurança	57
Figura 30 – Pergunta sobre a necessidade de reportar incidentes de segurança	58
Figura 31 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feito a reportagem de segurança	58
Figura 32 – Pergunta sobre quais outros setores as pessoas sentem falta de ferramentas	59
Figura 33 – Diagrama de classes das aplicações web e móvel	60
Figura 34 – Diagrama de classes do módulo de transporte	61

Figura 35 – Diagrama de classes do módulo de saúde	61
Figura 36 – Diagrama de classes do módulo de segurança	62
Figura 37 – Diagrama de classes do módulo de meio ambiente	62
Figura 38 – Pergunta sobre a impressão da usabilidade do aplicativo	63
Figura 39 – Pergunta sobre a clareza da proposta do aplicativo	63
Figura 40 – Pergunta sobre se há falta de funcionalidades do aplicativo	64
Figura 41 – Pergunta sobre se há falta de funcionalidade nas sessões propostas . . .	64
Figura 42 – Pergunta sobre se há falta de funcionalidade nas sessões propostas . . .	65
Figura 43 – Sugestões para o aplicativo	65
Figura 44 – Sugestões para o aplicativo	66
Figura 45 – Pergunta sobre a região em que mora	67
Figura 46 – Perguntas sobre o transporte público	68
Figura 47 – Perguntas sobre o transporte público	69
Figura 48 – Pergunta sobre o setor de saúde	69
Figura 49 – Perguntas sobre segurança pública	70
Figura 50 – Pergunta sobre áreas faltantes no trabalho	70
Figura 51 – Pergunta sobre a usabilidade da proposta	71
Figura 52 – Pergunta sobre a clareza da proposta	71
Figura 53 – Pergunta sobre alguma área faltante no prototipo	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Regras de Negócio do aplicativo móvel	27
Quadro 2 – Regras de Negócio	28
Quadro 3 – Funcionalidades de login e tela principal	29
Quadro 4 – Funcionalidades da seção de transporte do aplicativo	30
Quadro 5 – Funcionalidades da seção de saúde do aplicativo	30
Quadro 6 – Funcionalidades da seção de segurança do aplicativo	31
Quadro 7 – Funcionalidades da seção de meio ambiente do aplicativo	31
Quadro 8 – Funcionalidades de transporte do sistema de gerência	31
Quadro 9 – Funcionalidades de saúde do sistema de gerência	32
Quadro 10 – Funcionalidades de segurança do sistema de gerência	32
Quadro 11 – Funcionalidades de meio ambiente do sistema de gerência	32
Quadro 12 – Seções sugeridas por usuários	46
Quadro 13 – Seções sugeridas por usuários	48
Quadro 14 – Comentários gerais a respeito do aplicativo	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Application Programming Interface
GPS	Global Positioning System
SPA	Single Page Application
MVC	Model View Controller
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
FK	Foreign Keys
ONU	Organização das Nações Unidas
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFF	Universidade Federal Fluminense
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
RN	Regras de Negócio
JSON	JavaScript Object Notation

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	MOTIVAÇÃO DO TRABALHO	14
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO	14
1.3	METODOLOGIA	15
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	15
2	COMPUTAÇÃO URBANA	16
2.1	SENSOREAMENTO E COLETA DE DADOS URBANOS	16
2.2	ANÁLISE DE DADOS E OFERTA DE SERVIÇOS	18
2.2.1	Técnicas de gerenciamento de dados	18
2.3	APLICAÇÕES	19
2.3.1	Sistemas de saúde	19
2.3.2	Sistemas de navegação	19
2.3.3	Sistemas de localização	20
2.3.4	Sistemas de segurança urbana	20
3	APLICAÇÃO PROPOSTA	22
3.1	LEVANTAMENTO DE DADOS	22
3.1.1	Levantamento de dados	22
3.1.2	Transporte	23
3.1.3	Saúde	23
3.1.4	Segurança pública	24
3.1.5	Outros setores	25
3.2	REQUISITOS FUNCIONAIS, REGRAS DE NEGÓCIO E FUNCIO- NALIDADES	26
3.2.1	Requisitos não-funcionais e funcionais	26
3.2.2	Regras de negócio	27
3.2.3	Aplicativo móvel	27
3.2.4	Aplicação Web	28
3.2.5	Funcionalidades	29
3.2.6	Aplicativo móvel	29
3.2.7	Sistema de gerência Web	31
3.3	ARQUITETURA LÓGICA DA APLICAÇÃO E SEUS COMPONENTES	33
3.3.1	Visão geral dos componentes	33
3.3.2	Gerente de eventos	33
3.3.3	Módulos funcionais	34

3.3.4	Funcionalidades dos módulos	34
3.3.5	Bancos de dados	35
3.4	PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO	35
3.4.1	Banco de dados e persistência	35
3.4.2	Implementação do gerente de eventos	35
3.4.3	Servidor HTTP	36
3.4.4	Fila de mensagens	37
3.4.5	Implementação do aplicativo móvel	37
3.4.6	Implementação do sistema de gerência Web	38
3.4.7	Implementação dos módulos	38
3.4.8	Diagrama de classes	39
3.4.9	Propostas similares	39
3.4.10	Desafios	39
4	PROTÓTIPO DE TELAS PARA O APLICATIVO E AVALIAÇÃO	41
4.1	PROTÓTIPO DE TELAS PARA O APLICATIVO MÓVEL	41
4.2	AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO	45
5	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE PESQUISA	53
	APÊNDICE B – DIAGRAMA DE CLASSES	60
	APÊNDICE C – USABILIDADE DO APLICATIVO	63
	APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE PESQUISA	67
	APÊNDICE E – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS TELAS	71

1 INTRODUÇÃO

A urbanização e os avanços tecnológicos modernizaram as vidas humanas e trouxeram novos aspectos para a vida na cidade. Muitos dos processos de gestão da cidade passaram a ser digitalizados e sistematizados pela computação, por meio de aplicações de computador com a criação de cadastros únicos e processos digitais. Assim, o uso de aplicações da computação tem transformado as dinâmicas sociais da vida urbana, ligadas a aspectos fundamentais das cidades como transporte, saúde, segurança, meio-ambiente, coleta de lixo, dentre outros.

Segundo o relatório oficial da Organização das Nações Unidas (ONU), cerca de 55% da população mundial vive em áreas urbanas e estima-se que este número chegue em 70% até 2050 (NATIONS, 2018). O censo levantado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2010 demonstra que o Rio de Janeiro é uma das cidades com a taxa de urbanização mais alta do Brasil (IBGE, 2010). Esse cenário favorece uma abordagem computacional para solucionar problemas que envolvem os aspectos fundamentais da vida urbana. Podemos citar como problemas: falta de informação a respeito do transporte público; a falta de informação sobre determinados medicamentos;

A computação urbana se apresenta como o panorama técnico para abordar essa problemática. Segundo (ZHENG et al., 2014):

"Computação urbana é o processo de aquisição, integração e análise de um volume grande de dados heterogêneos gerados por diversas fontes em espaços urbanos, como sensores, dispositivos, veículos, prédios, e humanos, para solucionar os diversos problemas que as cidades enfrentam, por exemplo, poluição do ar, aumento do consumo energético, congestionamento do tráfego dentre outros. Computação urbana conecta tecnologias de sensoriamento discretas e onipresentes, gerenciamento de dados avançado e modelos analíticos, e métodos de visualização para criar uma solução que garanta melhorias no ambiente urbano, qualidade de vida e operações dos sistemas de informação da cidade."(Tradução livre)

Com essas características, a computação urbana também nos ajuda a estudar problemas recorrentes e identificar seus padrões de acontecimento. Trata-se também de um campo que é interdisciplinar, apesar de ser focado majoritariamente na computação, envolvendo diversas áreas: mobilidade urbana, engenharia civil, economia, ecologia e até mesmo e principalmente sociologia.

Atualmente, as tecnologias de compartilhamento de dados, sensoriamento, redes sociais e de localização geográfica (GPS) são as principais fontes de dados a respeito de um centro urbano. Segundo (ELGENDY; ELRAGAL, 2014), essas fontes constituem o que é chamado de *Big Data*. *Big Data* refere-se a conjuntos de dados que não são apenas grandes em volume, mas possuem alta variabilidade, isto é, estão a todo momento mudando e recebendo novos dados numa taxa crescente. Dessa maneira é necessário desenvolver no-

vas técnicas de análise e extração de informação que possam ser utilizadas por aplicações de computação urbana.

Entretanto, mesmo diante de ferramentas tecnológicas avançadas e um fluxo constante de dados, devido a problemas estruturais da cidade do Rio de Janeiro, como a desigualdade social e falta de ações coordenadas por parte do poder público e privado, em recursos de tecnologia, o que ocorre é que boa parte do potencial de avanço que a computação urbana traz para a cidade é desperdiçado.

1.1 MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

A motivação deste trabalho nasce da necessidade de atender demandas populacionais dos moradores da cidade do Rio de Janeiro, fazendo uso das tecnologias associadas à computação urbana, tornando possível a solução de problemas que afetam a qualidade de vida da população. Podemos citar como exemplo de demandas: a falta de informação oficial a respeito de condições dos postos de saúde (por ex., disponibilidade de medicamentos e vacinas), o abandono de caçambas de lixo em determinadas regiões menos favorecidas devido a falta de comunicação com a prefeitura, e demora em ter um panorama sobre a condição de segurança de determinado local.

Sendo assim podemos, com as tecnologias disponíveis atualmente, elaborar uma proposta que integre os diversos setores da cidade, provendo uma camada de acesso rápido a informações urbanas, que também pode ser gerenciada por membros do serviço de saúde pública, como coleta de lixo e segurança pública, dentre outros. A integração desses setores oferece uma forma de centralizar informações a respeito da cidade, facilitando o acesso a essas informações pela população. Além disso, o uso das tecnologias de computação urbana também permite abrir um canal de comunicação entre os cidadãos e os gestores urbanos. Dessa forma, é possível a partir dessa aplicação construir um panorama sobre a cidade em seus aspectos urbanos fundamentais, receber as demandas da população e atuar para a melhoria da qualidade de vida dessa população.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma proposta de aplicação para consulta e integração de diferentes fontes de informação. Os dados para essa aplicação seriam providos em parte pelos cidadãos e pelos gestores públicos, uma vez que as bases de dados públicas não oferecem ainda acesso homogêneo e centralizado para todos os dados urbanos requeridos. Limitaremos nossa oferta de serviços a apenas transporte, saúde, segurança e meio ambiente. Além disso, as informações fornecidas pelos cidadãos servirá como uma visão local do seu dia a dia. Por fim, também avaliaremos as ferramentas computacionais públicas da cidade do Rio de Janeiro.

1.3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, adotamos a seguintes metodologia: (i) levantamento de dados de pesquisa de cidadãos da cidade Rio de Janeiro, levando em conta suas experiências com os serviços públicos da cidade; (ii) análise dos dados levantados e elaboração dos requisitos funcionais da aplicação; (iii) projeto preliminar de telas do aplicativo movel; (iv) avaliação das telas propostas.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

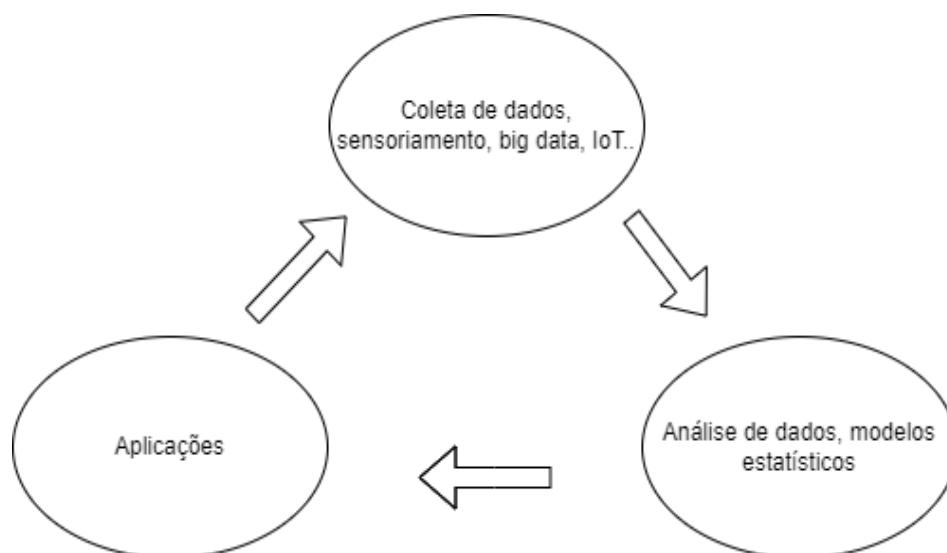
O restante do texto deste trabalho está organizado da seguinte maneira. No Capítulo 2 será introduzido o que é a computação urbana, suas características e pilares de atuação. No Capítulo 3, as propostas dos dois aplicativos serão apresentadas, juntamente com a arquitetura do projeto. O Capítulo 4 trata da avaliação do protótipo do aplicativo de celular desenvolvido e os ajustes feitos a partir dessas avaliações. Por fim, o Capítulo 5 concluí este trabalho com a avaliação dos desafios encontrados, resultados apresentados e os passos necessários para implementação completa dos aplicativos propostos.

2 COMPUTAÇÃO URBANA

Neste capítulo, serão introduzidos e apresentados os principais pilares da computação urbana, seus processos de desenvolvimento e como todos os pilares se relacionam a fim de produzir uma aplicação para a oferta de diversos serviços.

A computação urbana é composta por três pilares fundamentais, são eles: (i) sensoriamento e coleta de dados urbanos; (ii) análise de dados e oferta de serviços; e (iii) aplicações (RODRIGUES; SANTOS; FILHO, 2019). Esses pilares funcionam como um ciclo. Assim, o fluxo de dados e informações é realimentado uma vez que chega na fase final, que é a oferta de serviços, ou aplicações. A Figura 1 descreve esse comportamento.

Figura 1 – Fluxo da computação urbana



2.1 SENSOREAMENTO E COLETA DE DADOS URBANOS

O sensoriamento urbano é o ponto de partida do fluxo de informações. Existem diversas maneiras de se coletar dados urbanos, podemos citar as seguintes: informação de GPS de transportes públicos, participação ativa dos usuários, coleta das informações de aparelhos móveis e redes sociais(SILVA et al., 2014). Para abarcar a primeira fonte de informação, os GPS de transportes públicos que disponibilizam as localizações geográficas dos meios de transporte, é possível fazer uso de APIs públicas disponibilizadas. Na segunda, os usuários podem fornecer informações a respeito de alguns aspectos urbanos por meio de diversas maneiras, como aplicativos e formulários de pesquisa, dentre outros. O uso de informações extraídas dos aparelhos móveis dos usuários é uma prática comum dos aplicativos modernos para fornecer customizações e serviços personalizados para os

usuários. Por fim, a coleta de informações das redes sociais como o Twitter¹, pode também ser realizada através de APIs disponibilizadas por essas plataformas. Assim a busca de termos relacionados a locais ou temas específicos servem ao propósito de alimentar um sistema de computação urbana.

Dentro do contexto das informações oriundas de usuários e de seus respectivos aparelhos, (ZHENG et al., 2014) citam duas técnicas importantes para obtenção de informações, são as seguintes:

- a) *Crowdsensing* é uma técnica diretamente relacionada ao sensoriamento e coleta de dados. Segundo (GANTI; YE; LEI, 2011), *crowdsensing*, ou sensoriamento oportunista, é quando um aparelho móvel coleta e compartilha informações sem a interação direta de um usuário. Por exemplo, quando os motoristas de carro permitem o acesso ao GPS pelo aplicativo de rotas, como o Waze². O aparelho coleta e compartilha a sua posição e esse dado é utilizado para estimar o tráfego urbano em uma determinada via.
- b) *Crowdsourcing* envolve obter informações e opiniões de um grande número de pessoas que enviam esses dados pela Internet, redes sociais ou aplicativos móveis de maneira ativa, isto é, diretamente estão enviando informações diversas a respeito de um determinado tema. Voltando ao mesmo exemplo citado acima, numa rota estabelecida pelo Waze é possível que os usuários informem se há batidas de carro, engarrafamentos, acidentes, postos de gasolina fechados, dentre outras informações que só podem ser coletadas se há uma interação direta.

É evidente que aparecerão diversos desafios. (ZHENG et al., 2014) enumeram alguns deles: privacidade dos usuários, dados heterogêneos e ruidosos e distribuição não uniforme de dados. Com relação à privacidade dos usuários, é preciso que a aplicação respeite os limites individuais de cada usuário, dado que parte dessas informações serão coletadas sem participação direta do mesmo. Os dados heterogêneos podem se tornar obstáculos para a performance de um sistema de computação urbana, visto que a necessidade de se lidar com diversas fontes de dados, ou a diferença entre esses mesmos dados, requer uma modelagem muito mais complexa para serem tratados. Por exemplo, sistemas de visualização de imagens lidam diretamente com informações das fotos, sistemas de processamento de texto apenas com informação textual, sendo assim não há garantia de que um modelo que possa ser alimentado por ambas fontes apresente a melhor performance. Por fim, a distribuição não uniforme de dados pode comprometer nos momentos em que, determinados locais com sensores estejam vazios, ou em locais que há uma concentração muito maior de pessoas, gerando informações redundantes e adicionando sobrecarga nos sistemas.

¹ Twitter. Disponível em: <https://twitter.com/>. Acesso em 30 ago. 2022

² Waze. Disponível em: <https://www.waze.com/>. Acesso em 30 ago. 2022

2.2 ANÁLISE DE DADOS E OFERTA DE SERVIÇOS

O segundo pilar fundamental é a gerência dos dados. Nessa etapa é onde ocorre o processamento que resulta na combinação de diversos dados a fim de produzir uma informação útil. Ferramentas para esse tipo de operação envolvem tecnologias como aprendizado de máquina, mineração de dados, visão computacional, análises de dados temporais (séries ou *streams*). Semelhante ao primeiro pilar, a gerência e manipulação de dados requer um sistema que seja capaz de lidar com os ruídos dos dados, informações faltantes e heterogêneas, e também com a disponibilidade e localidade dos dados (RODRIGUES; SANTOS; FILHO, 2019).

Os dados gerados em espaços urbanos assumem duas propriedades: dados espaciais e dados espaciais-temporais. A primeira refere-se a informações unicamente associadas à variável do espaço, nesse caso, ao espaço urbano. Por exemplo, pontos de interesse da cidade são dados espaciais. A segunda propriedade diz respeito a dados que além de assumirem uma informação no espaço, também assumem uma informação no tempo. Podemos citar os seguintes exemplos: mobilidade urbana, massa de pessoas que se desloca em determinados locais ao longo do dia, temperatura de uma determinada região ao longo dos dias ou semanas, consumo elétrico e outros (ZHENG et al., 2014).

Diante desse grande volume de dados, é necessário que as aplicações urbanas façam uso de bons algoritmos e estruturas de dados capazes de indexar dados heterogêneos com rapidez. O atraso no processamento dessas informações pode comprometer o restante do gerenciamento da aplicação e previsões futuras (AGGARWAL, 2007).

2.2.1 Técnicas de gerenciamento de dados

Algumas estruturas de dados e técnicas para manipulação desses dados são fundamentais no gerenciamento de dados urbanos, são estas: *streams* e grafos. Suas características fundamentais permitem modelar dados reais em dados que possam ser computados por sistemas de computação urbana.

- a) *Streams* nada mais são do que sua própria definição, fluxos. Dessa maneira, os fluxos de dados são contínuos e oriundos de alguma origem que os produz de forma ininterrupta. (ZHENG et al., 2014) elenca como exemplos: vídeo de câmeras de segurança, consumo elétrico e medidas de temperaturas, entre outros. Uma vez que esses dados são produzidos e coletados, é necessário que um sistema de gerenciamento de *streams* consulte esses dados e produza um resultado em cima destes, como a temperatura média de uma região ou consumo elétrico em uma determinada área. (AGGARWAL, 2007) descreve alguns desafios encontrados no gerenciamento de *streams*, como por exemplo: clusterização, reconhecimento de padrões nos dados, classificação, detecção de variações, sobrecarga de entrada de dados.

- b) Grafos são comumente utilizados por serem capazes de retratar informações que possuem conexões entre si, como por exemplo, tráfego de rodovias, linhas de metrô, dados geográficos em geral. Além disso, os nós de um grafo são capazes de representar toda a informação a respeito de uma determinada entidade (ANGLES R., 2008).

2.3 APLICAÇÕES

Por fim, a oferta de serviços e aplicações é o último pilar da computação urbana e se baseia em consumir os dados e informações fornecidas pelas duas etapas anteriores e produzir uma aplicação ou resultado que auxilie em tomadas de decisões futuras e também na gestão do espaço urbano. Por exemplo, as informações provenientes das avaliações dos usuários a respeito de uma determinada linha de ônibus podem servir como fonte de dados para a aplicação dos gestores que poderá indicar mudanças necessárias a serem feitas. Os usuários, por sua vez, consultando os dados de postos de saúde através do aplicativo móvel, podem escolher qual será o melhor caminho a se tomar ao decidir ir a um posto médico.

Alguns exemplos de aplicações urbanas são apresentados nas subseções seguintes.

2.3.1 Sistemas de saúde

A empresa Google³ divulgou seus dados de pesquisa a respeito da gripe para organizações públicas de saúde como a Organização Mundial da Saúde e o Centro de Controle e Prevenção de Doenças, para que esses alimentassem seus modelos de predição para remediar possíveis surtos de gripe (O'CONNOR, 2015). (GINSBERG et al., 2009) demonstraram que quando ocorria uma maior procura por temas relacionados a gripe, este seria um indicador relevante de um possível surto.

2.3.2 Sistemas de navegação

Por ser fundamental para o desenvolvimento econômico e social, o setor de transporte quando auxiliado com tecnologias de computação urbana torna-se um setor eficiente tanto para as empresas e órgãos públicos quanto para os cidadãos. Como apresentado nas seções anteriores deste trabalho, as tecnologias que servem de alicerce para os sistemas de transporte inteligente proporcionaram soluções como o Waze e o Moovit.

Essas aplicações têm como principais finalidades reduzir os riscos no trânsito, melhorar a mobilidade urbana, fornecer um volume de dados sobre a movimentação da população, aprimorar estratégias de planejamento, dentre outros serviços que impactam diretamente no ir e vir de cidadãos e no transporte de insumos e matérias primas de empresas.

³ Google. Disponível em: <https://google.com>. Acesso em: 30 ago. 2022

Aplicativos de navegação, como o Waze⁴ e o Google Maps⁵, fazem uso das informações dos GPS compartilhadas pelo aparelho móvel do usuário, e assim estimam o tempo levado para aquele automóvel atravessar determinada distância. Esta distância é então comparada com dados históricos relacionados àquele mesmo local e assim consegue-se estimar o tempo necessário para se chegar a um destino, ou informar sobre possíveis congestionamentos.

Semelhantemente, o Moovit⁶ que também é um aplicativo de navegação, porém seu foco é voltado para o transporte público urbano. Através dele é possível obter informações sobre tempos de chegada de linhas de ônibus, metrô e trens. A origem dessas informações é provida de dois locais: as APIs de monitoramento em tempo real dos carros públicos, como o DataRio⁷ que disponibiliza a localização dos ônibus; e das próprias empresas de transporte, que informam quais são os horários das linhas.

2.3.3 Sistemas de localização

Pode-se definir sistemas de localização como sistemas que fazem uso de dados geoespaciais e temporais para atribuir informações específicas que podem vir a ser consumidas de diversas maneiras. De forma mais concreta, podemos citar o site Foursquare⁸, que é uma espécie de rede social onde os utilizadores podem indicar locais e contatos do que se deseja buscar para outros usuários, como um site de recomendações. É importante notar que o Google também oferece essa funcionalidade quando desejamos buscar locais de restaurantes, comércio, hospitais e diversos. O aplicativo Instagram⁹ também se enquadra nessa categoria.

Vale ressaltar que sistemas de localização também servem como fonte de dados para estudos socioeconômicos. Pode, por exemplo, auxiliar a traçar padrões de consumo e particularidades culturais de uma determinada região, e também servir de ferramenta para investigar possíveis oportunidades de novos negócios, visando prover serviços que não se encontram em determinada localidade.

2.3.4 Sistemas de segurança urbana

Os sistemas de segurança urbana tiveram um grande salto tecnológico graças a computação urbana. É um campo que se aproveita de diversas fontes de dados para montar gráficos e realizar análises que podem indicar quando ocorrem anomalias que possam vir a atrapalhar a segurança pública. Neste contexto de anomalias, o trabalho de (WANG et al., 2017) destaca como as tecnologias de GPS e sensoriamento espaço temporal têm

⁴ Waze. Disponível em: <https://www.waze.com/>. Acesso em: 30 ago. 2022

⁵ Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 30 ago. 2022

⁶ Moovit. Disponível em: <https://moovitapp.com/>. Acesso em: 30 ago. 2022

⁷ DataRio. Disponível em: <https://www.data.rio/> Acesso em: 30 ago. 2022.

⁸ Foursquare. Disponível em: <https://foursquare.com/>. Acesso em: 30 ago. 2022

⁹ Instagram. Disponível em: <https://instagram.com>. Acesso em: 30 de ago. 2022

possibilitado previsões de anomalias no tráfego urbano. Por exemplo, através da observação de GPS é possível detectar veículos suspeitos, como aqueles que ficam rodeando uma determinada área.

O trabalho de (PRATHAP, 2022) demonstra que por meio da coleta de dados de diversas redes sociais, como Twitter, Facebook e Instagram e também a coleta de informações de crimes ocorridos, sistemas de aprendizado de máquina se tornam capazes de categorizar tipos de crimes baseado em localidades e informar regiões *hotspot*, isto é, onde há maior probabilidade de ocorrência de incidentes, e assim as forças de segurança podem atuar de maneira a atenuar essas situações.

3 APLICAÇÃO PROPOSTA

Neste capítulo será apresentada por completo a proposta de uma aplicação de computação urbana voltada para a cidade do Rio de Janeiro. Esta proposta de sistema é composta por: (i) duas aplicações principais, para cidadãos e para gestores públicos; (ii) um conjunto de módulos responsável pelos setores urbanos elencados neste trabalho; e (iii) um gerente de eventos que servirá de ponte de comunicação para todo o sistema.

Na primeira seção mostraremos como foram coletados os dados de pesquisa e quais foram os principais problemas apresentados pelos cidadãos e trabalhadores da cidade. A partir destas informações, na segunda seção, apresentaremos os requisitos funcionais, as regras de negócio e funcionalidades tanto do aplicativo móvel — que incluirá ferramentas que visam atender as demandas dos cidadãos — como do sistema de gerência Web que irá prover aos gestores da cidade (membros do poder público) ferramentas para inserção de dados e tomada de decisões. Na terceira seção descreveremos a arquitetura lógica da aplicação proposta com seus componentes principais e as interações entre eles, o escopo dos módulos responsáveis pelos setores urbanos, e o servidor que permitirá a integração entre os módulos e as aplicações de usuário. Por fim, na última seção discutiremos possíveis estratégias e tecnologias para implementação do sistema descrito, apontando tecnologias que poderão ser exploradas.

3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Nesta primeira seção do capítulo será apresentada a pesquisa realizada com cidadãos da cidade do Rio de Janeiro e como o levantamento de dados resultou nos requisitos funcionais e as regras de negócio da aplicação de usuários.

3.1.1 Levantamento de dados

Nesta etapa, foi realizada uma pesquisa anônima para coleta de informações a respeito de alguns dos setores que fazem parte da cidade do Rio de Janeiro e as respectivas percepções dos serviços prestados aos cidadãos. Esses setores são: saúde, segurança pública, transporte e meio ambiente. Cada um desses setores será uma seção dentro do aplicativo onde os usuários poderão consultar as informações necessárias e também disponibilizar dados que eventualmente servirão de informação para outros usuários.

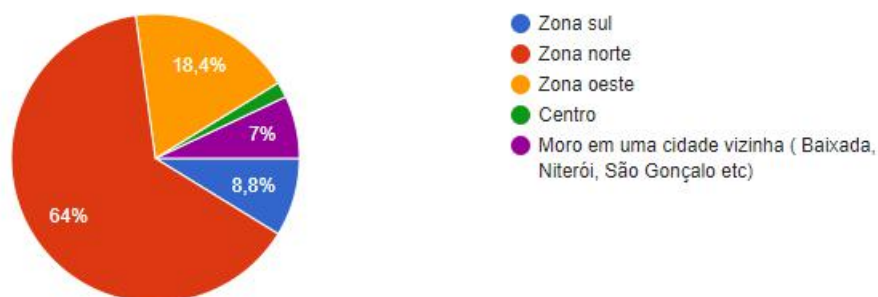
Foram coletadas 114 respostas ao longo da semana de pesquisa realizada dos dias 20/06/2022 à 24/06/2022. O formulário foi divulgado para alunos da graduação da UFRJ, UFF, UERJ, estudantes do município e trabalhadores que moram e/ou realizam suas atividades na cidade do Rio de Janeiro. O formulário completo encontra-se no Apêndice A.

Com relação ao local de residência dos cidadãos que responderam ao formulário, é possível notar no gráfico apresentado na Figura 2 que as maiores concentrações estão nas zonas norte e oeste da cidade do Rio de Janeiro. Este fato é extremamente importante, já que a maior parte da população do município também vive nessas regiões e são as mais afetadas pela situação estrutural da cidade.

Figura 2 – Local de residência e trabalho

Em qual região do Rio você mora ?

114 respostas



3.1.2 Transporte

Para o setor de transporte, a maioria dos cidadãos que responderam ao formulário fazem uso frequente dos transportes públicos, em especial os ônibus, como mostram as figuras 3 e 4 já que esses cobrem uma área bem maior do município. A pesquisa também revela que os cidadãos fazem relatos de eventos e reclamações a respeito dos meios de transportes por canais variados de comunicação, indicados na Figura 5 em especial Whatsapp¹ e Telegram² e redes sociais (Twitter, Instagram, Facebook, etc.). Isso casa com a nossa premissa de que os dados estão diversificados e bastante heterogêneos, indicando a necessidade de uniformizar e canalizar essas informações.

3.1.3 Saúde

Com relação ao tema da saúde pública na cidade do Rio de Janeiro, a única e principal pergunta foi sobre como consultar informações sobre um posto de saúde, ilustrada na Figura 6. É notável que houve respostas variadas com relação a qual meio de comunicação é utilizado, trazendo a tona a necessidade de se estabelecer uma forma centralizada de comunicação, visto que isso torna o processo de consulta e disponibilidade de informações muito mais prático.

¹ Whatsapp. Disponível em: <https://www.whatsapp.com/> Acesso em: 30 ago. 2022

² Telegram. Disponível em: <https://web.telegram.org/> Acesso em: 30 ago. 2022

Figura 3 – Frequência de uso do transporte público

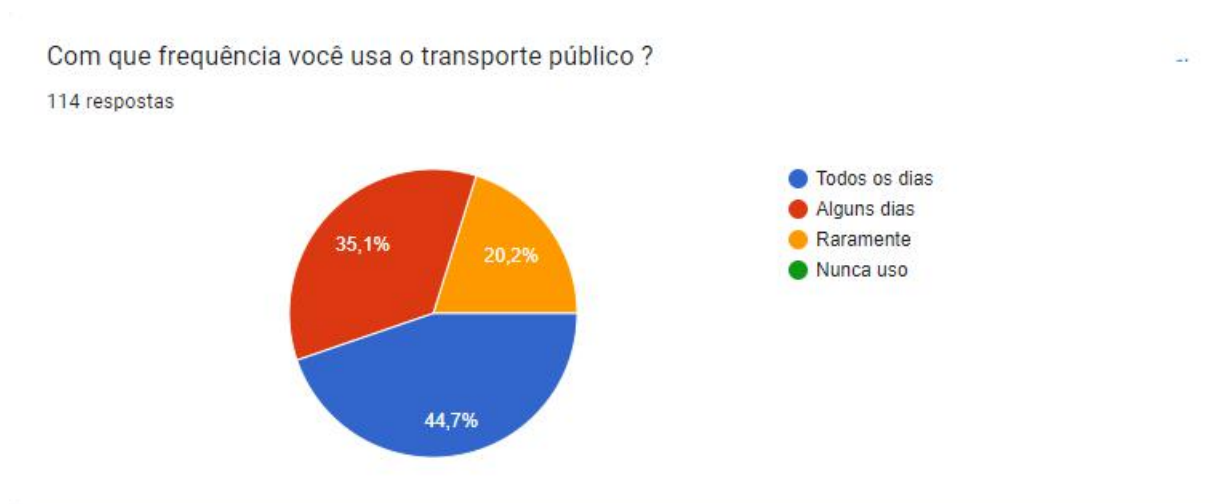
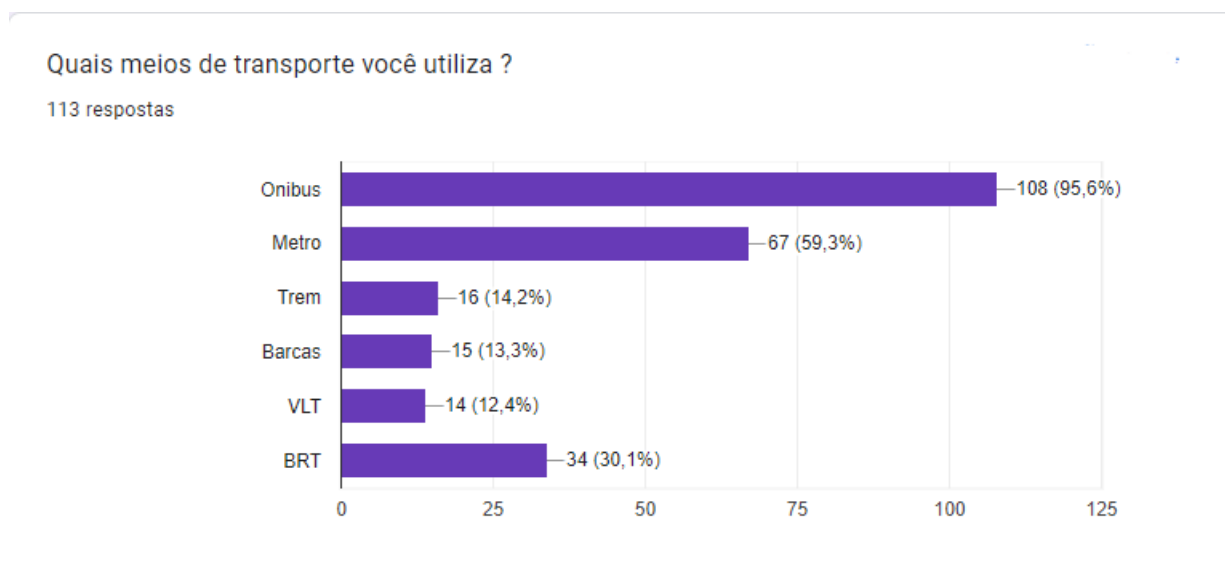


Figura 4 – Meios de transporte mais utilizados



3.1.4 Segurança pública

Semelhante ao processo de aquisição de informações sobre a saúde pública, as perguntas 7 e 8 buscavam compreender as necessidades dos cidadãos de fazer consultas a respeito de crimes e ocorrências em uma determinada região ou informar a ocorrência de um evento dessa natureza. Também é possível perceber que existem diversas formas de consulta dessa informação, levantando novamente a necessidade de se criar um canal centralizado para tal.

Figura 5 – Canal de comunicação para relatos de eventos

Se há relato, por quais canais de comunicação você o faz ?

 Copiar

75 respostas

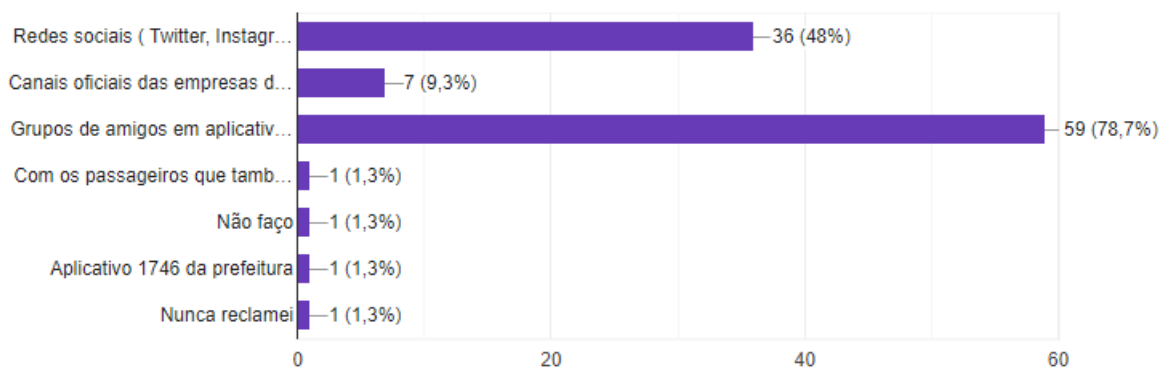
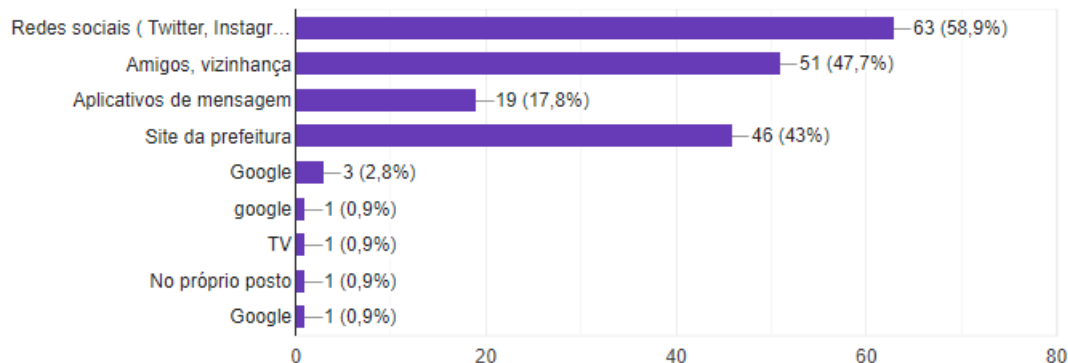


Figura 6 – Canal de comunicação utilizado para consulta a postos de saúde

De que maneira você consulta informações sobre um posto de saúde? (lotação, disponibilidade de médicos e medicamentos, disponibilidade de vacinas, e outros)

 Copiar

107 respostas



3.1.5 Outros setores

Por fim, a pesquisa deixou um espaço aberto para aqueles que responderam o formulário deixassem suas sugestões de quais outros setores poderiam ser melhorados com a computação urbana, foram estes: Educação, Meio Ambiente e Lazer. Destes setores, nossa proposta incorporará o meio ambiente, fornecendo uma funcionalidade de consulta de postos de coleta de material reciclável espalhados pela cidade.

Figura 7 – Canal de comunicação para consulta sobre segurança de uma região

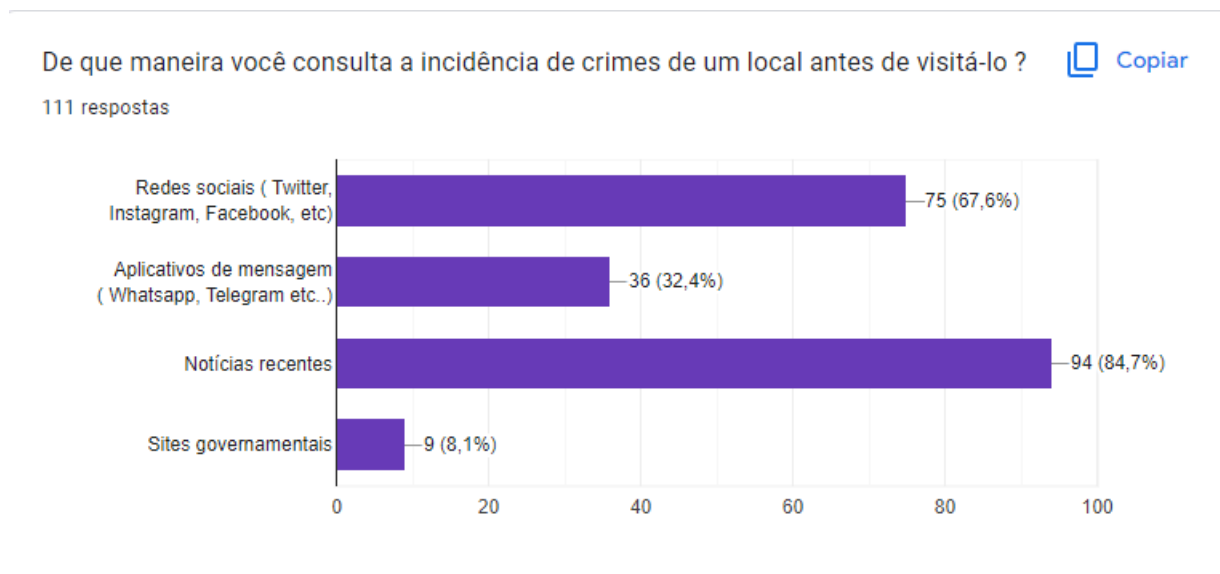


Figura 8 – Necessidade de reportar incidentes de segurança



3.2 REQUISITOS FUNCIONAIS, REGRAS DE NEGÓCIO E FUNCIONALIDADES

Com base nos dados levantados a partir das respostas do formulário e nos princípios da computação urbana, elencamos os requisitos funcionais, as regras de negócio e as funcionalidades do sistema proposto.

3.2.1 Requisitos não-funcionais e funcionais

A seguir, listaremos os requisitos não-funcionais e funcionais do sistema como um todo, incluindo tanto aplicativo móvel quanto sistema de gerência Web.

- a) Disponibilizar o aplicativo móvel de forma gratuita, permitindo o uso por qualquer cidadão mediante cadastro;
- b) Oferecer uma interface intuitiva para os usuários do aplicativo móvel;
- c) Oferecer consulta de informações a respeito dos setores da cidade: transporte, saúde, segurança pública e meio ambiente;
- d) Oferecer a possibilidade dos cidadãos proverem informações a respeito de um determinado setor e torná-la acessível para outros cidadãos.
- e) Permitir avaliações de informações providas por outros usuários;
- f) Permitir alimentar a base de dados do sistema de gerência web;
- g) Auxiliar a tomada de decisões de políticas públicas.

3.2.2 Regras de negócio

Baseado nos requisitos funcionais listados acima, elencamos algumas Regras de Negócio (RN) de forma que possamos definir um escopo mais concreto a respeito do sistema. As regras estão agrupadas em: (i) aquelas relacionadas ao aplicativo móvel (para os cidadãos) (Quadro 1) e (ii) aquelas relacionadas com a aplicação Web (para os gestores) (Quadro 2).

3.2.3 Aplicativo móvel

Elencamos as regras de negócio iniciais para o funcionamento do aplicativo móvel, são estas:

Quadro 1 – Regras de Negócio do aplicativo móvel

CATEGORIA	REGRA	DESCRIÇÃO
Usuários	Associar conta com domínio Gov	As contas recém criadas devem ser associadas ao domínio Gov, domínio oficial de serviços digitais
Transporte	Informar número de série do veículo que apresenta problemas	Ao relatar um problema em determinada linha, é necessário informar o número de série do veículo para que seja futuramente validado
Transporte	Remover rotas personalizadas imprecisas	Rotas que apresentarem notas baixas serão removidas e os usuários responsáveis serão notificados
Segurança	Fornecer boletim de ocorrência válido	Ao reportar um crime, é necessário fornecer um boletim de ocorrência válido
Meio Ambiente	Fornecer fotos do local	Ao reportar um local de reciclagem, enviar fotos do local e os horários de funcionamento

3.2.4 Aplicação Web

Elencamos as regras de negócio iniciais para a aplicação dos gestores públicos, são estas:

Quadro 2 – Regras de Negócio

CATEGORIA	REGRA	DESCRIÇÃO
Transporte	Gerar relatórios semanais	A aplicação produz relatórios semanais baseado na avaliação de usuários e encaminha diretamente para a empresa responsável pela linha
Transporte	Analisar rotas imprecisas	Deve-se analisar diariamente rotas que apresentem baixa avaliação
Saúde	Alertar sobre estoque de medicamentos e vacina	Produzir relatórios ao finalizar estoques de medicamentos ou vacinas
Segurança pública	Analisar informações disponibilizadas diariamente	Regularmente a aplicação cruza dados fornecidos por usuários com informações oficiais a fim de validar tais dados
Meio Ambiente	Produzir relatório semanal sobre itens reciclados	Semanalmente, a aplicação produz um relatório sobre a quantidade de material coletado e reciclado

O objetivo das RN é evitar que ocorram irregularidades no uso do aplicativo, como também garantir a confiabilidade das informações reportadas. Dessa maneira, ao vincular as contas dos usuários ao cadastro dos domínios governamentais, *.gov*, abrimos espaço para futuras integrações com outros serviços digitais, como de boletins de ocorrência e agendamento de consultas. No caso do transporte público, ao tornar obrigatório o número de série do veículo a ser reclamado, é possível criar catálogos de reclamações e eventualmente usá-lo como parâmetro para medição de serviço de uma certa linha ou empresa de transporte. As fotos enviadas dos locais de reciclagem servirão para instruir outras pessoas que venham a utilizar o serviço de como chegar ao local. Evidente que nesse caso será preciso uma forma de avaliar a validade destas fotos para evitar *spams* e imagens indevidas ou incorretas. Por fim, uma regra fundamental é de disponibilizar informações sobre crimes somente se houver registro oficial de boletim de ocorrência anexado à reclamação, dado que, segundo (GORGULHO, 2018), as *fakenews* tomaram influências nacionais, chegando a impactar em diversos assuntos do cotidiano. Dessa forma é fundamental validar a informação que estará sendo publicada.

3.2.5 Funcionalidades

Com base nos requisitos levantados e nas regras de negócio descritos nas seções anteriores, descrevemos nesta seção as funcionalidades que serão oferecidas no aplicativo móvel que deverá ser disponibilizado para os cidadãos da cidade do Rio de Janeiro e no sistema de gerência Web que deverá ser oferecida para os gestores públicos. Por se tratar de uma proposta inicial, estas funcionalidades estarão sujeitos a alterações futuras.

3.2.6 Aplicativo móvel

Os quadros 3 a 7 descrevem as funcionalidades principais para o aplicativo móvel que foram levantados a partir dos resultados da pesquisa, e suas respectivas descrições. Os quadros foram separados por seções de funcionalidades.

Quadro 3 – Funcionalidades de login e tela principal

FUNCIONALIDADE	DESCRIÇÃO	REQUISITO
Criar conta	O usuário que não possui cadastro deve ser capaz de criar uma conta	A
Fazer login	Realizar login com usuário e senha	A
Recuperar senha	Recuperar senha caso perdida	A
Alterar foto de perfil	Escolher qual foto de perfil utilizar	A
Logout	Terminar seção no aplicativo	A
Selecionar qual seção consultar do aplicativo entre as disponíveis	As opções, até o momento, são transporte, saúde, segurança e meio ambiente	C

Quadro 4 – Funcionalidades da seção de transporte do aplicativo

FUNCIONALIDADE	DESCRIÇÃO	REQUISITO
Consultar informação de linha	O usuário é capaz de consultar a localização de uma linha de ônibus	C
Traçar rota entre origem e destino	É possível buscar rotas entre destino e origem, informando quais linhas e percursos	C
Reportar uma informação de linha	Informar se a linha em questão possui algum tipo de defeito de qualquer natureza	D
Oferecer rota personalizada entre origem e destino	Customizar uma rota entre origem e destino otimizando o tempo de outros usuários	D
Buscar rotas personalizadas criadas por outros usuários	Buscar rotas personalizadas de outros usuários	C
Avaliar rotas de outros usuários	Avaliar rotas personalizadas de outros usuários, informando se são eficientes ou não	E

Quadro 5 – Funcionalidades da seção de saúde do aplicativo

FUNCIONALIDADE	DESCRIÇÃO	REQUISITO
Consultar lotação de posto	Verificar se o posto que o usuário pretender ir está com alta lotação	C
Consultar horários médicos	Verificar horários médicos e disponibilidade por área	C
Consultar medicamentos e vacinas	Verificar se o posto possuiu determinados medicamentos e vacinas	C

Quadro 6 – Funcionalidades da seção de segurança do aplicativo

FUNCIÓNALI- DADE	DESCRICHÃO	REQUISITO
Consultar ocorrências em determinada região	Verificar se a região que pretende visitar possuiu altos índices de criminalidade	C
Disponibilizar informações de ocorrências	Informar ocorrência de crime em determinado local	D

Quadro 7 – Funcionalidades da seção de meio ambiente do aplicativo

FUNCIÓNALI- DADE	DESCRICHÃO	REQUISITO
Consultar locais de reciclagem	Buscar no mapa locais de reciclagens para descartes	C
Informar pontos de reciclagem	Informar no mapa locais de reciclagens	D

3.2.7 Sistema de gerência Web

Diferentemente do aplicativo móvel, o sistema de gerência Web não teve um levantamento de dados de usuários comuns. A modelagem das funcionalidades de gerência foi baseada na necessidade de serviços que foram apresentados pelo aplicativo móvel, de forma que os dados e as funcionalidades necessárias sejam alimentadas. A ideia é que sua interface seja uma aplicação *Web*, facilitando o acesso dos gestores e sem preocupações com especificidades de plataforma. Os quadros 8 a 11 descrevem as funcionalidades levantadas inicialmente na projeção dessa arquitetura.

Quadro 8 – Funcionalidades de transporte do sistema de gerência

FUNCIÓNALIDADE	DESCRICHÃO	REQUISITO
Gerar relatórios a partir das informações de linhas específicas	Os gestores devem ser capazes de gerar relatórios a respeito de linhas dos ônibus baseado nas avaliações dos usuários	E, G

Quadro 9 – Funcionalidades de saúde do sistema de gerência

FUNCIONALIDADE	DESCRIÇÃO	REQUISITO
Consultar dados de lotação dos postos de saúde em tempo real	A possibilidade de consultar dados de lotação é fundamental para uma possível política de construção de novos postos	C, G
Consultar postos de saúde com falta de medicamentos e médicos	Essa funcionalidade tem por objetivo acionar o Sistema Único de Saúde para possíveis reabastecimentos, assim como realocação e contratação de novos profissionais da saúde	C, G

Quadro 10 – Funcionalidades de segurança do sistema de gerência

FUNCIONALIDADE	DESCRIÇÃO	REQUISITO
Geração de mapas informativos sobre as ocorrências	Baseado nas ocorrências levantadas pelos cidadãos, os funcionários de segurança serão responsáveis por gerar mapas informativos que possam traçar áreas de atuação de forma dinâmica	C, E, G

Quadro 11 – Funcionalidades de meio ambiente do sistema de gerência

FUNCIONALIDADE	DESCRIÇÃO	REQUISITO
Divulgar pontos de coleta de materiais recicláveis oficiais	Os gestores devem ser capazes de divulgar pontos oficiais de coleta na cidade, incentivando os cidadãos a fazerem o mesmo	C, F

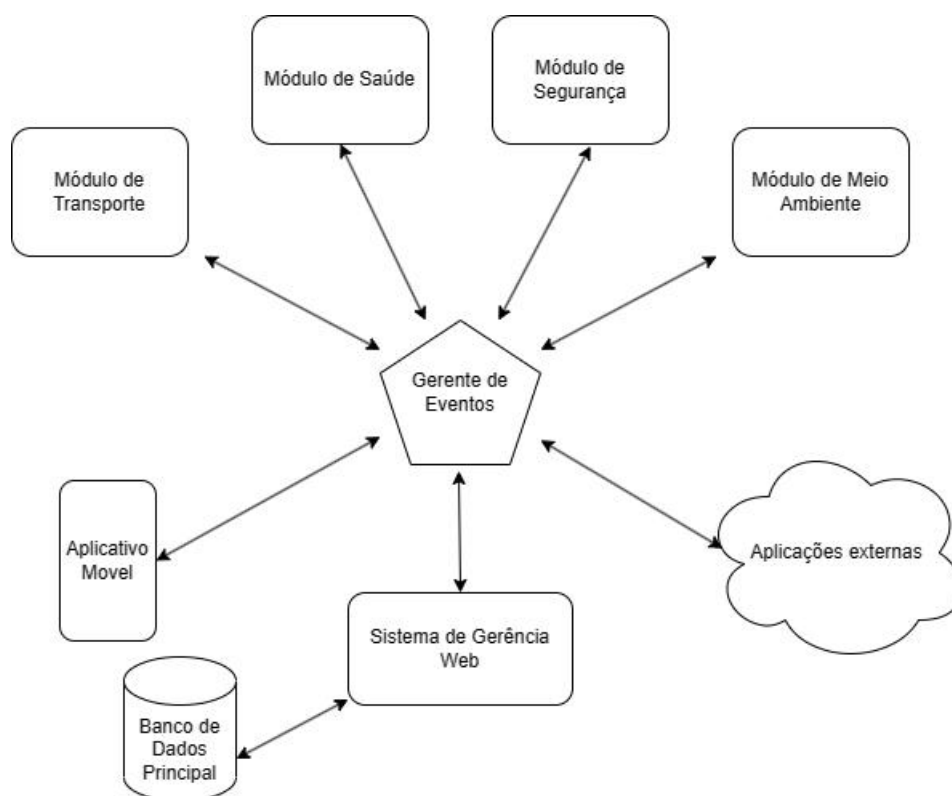
3.3 ARQUITETURA LÓGICA DA APLICAÇÃO E SEUS COMPONENTES

Nesta seção iremos apresentar a arquitetura lógica do sistema proposto com seus componentes principais e suas interligações.

3.3.1 Visão geral dos componentes

Como apresentado na Figura 9, os principais componentes do sistema deverão operar de forma independente. Naturalmente, a aplicação móvel e a interface Web já são desacopladas por natureza, no entanto, é importante notar a separação entre os módulos referentes às seções de funcionalidades previamente descritas. Esse desacoplamento entre os módulos, mas também sua comunicação com o resto do sistema se dará através do gerente de eventos, que é uma junção entre um servidor e uma fila de mensagens. Importante salientar que cada módulo deverá possuir um banco de dados local próprio para armazenar informações relativas a cada um dos seus domínios.

Figura 9 – Visão geral dos componentes



3.3.2 Gerente de eventos

O gerente de eventos incorpora duas funções fundamentais: (i) Servir como uma interface para a comunicação do aplicativo móvel, do sistema de gerência web e das aplicações externas com a parte interna do sistema, representada pelos módulos funcionais; (ii) servir

como uma fila de mensagens do modelo *publish/subscribe*, onde mensagens serão publicadas em tópicos específicos e eventualmente consumidas por quem estiver cadastrado naquele tópico, permitindo maior escalabilidade e desacoplamento do sistema (STEEN; TANENBAUM, 2023). Ao receber uma mensagem dos sistemas externos (aplicativo móvel, sistema de gerência ou aplicações externas), o gerente de eventos irá interpretar essa mensagem e baseado no seu tipo e conteúdo, enviar uma resposta ao cliente que enviou, ou então rotear para dentro do sistema interno, através da fila de mensagens. O mesmo vale para as mensagens que são enviadas da parte interna (módulos funcionais).

3.3.3 Módulos funcionais

Para cada setor urbano, iremos alocar neste protótipo um módulo dedicado a responder as requisições destinadas àquele setor e também as suas funcionalidades. Nos Quadros 1 e 2, algumas regras de negócio descritas serão executadas pelos módulos funcionais. Por exemplo, a necessidade de confrontar as informações dos boletins de ocorrência com as informações providas pelos usuários para verificar a sua veracidade, ou então cruzar os dados das linhas de ônibus para produzir os relatórios.

3.3.4 Funcionalidades dos módulos

Semelhante ao que fizemos com o aplicativo móvel e como o sistema de gerência web, iremos elencar alguns pontos fundamentais a respeito de cada módulo proposto. Para tais funcionamentos, é necessário que existam APIs externas e fornecidas pelo poder público, para que busquemos informações complementares às funcionalidades dos módulos. Vale ressaltar que existirão funcionalidades previamente descritas em alguns dos requisitos funcionais e regras de negócio citados nas seções anteriores.

- a) Transporte: consolidar as informações a respeito de cada linha; prover estimativas para chegadas e saídas em tempo real; avaliar quais rotas personalizadas estão bem avaliadas; integrar-se com a o DataRio, a API de transporte público da cidade do Rio.
- b) Saúde: buscar informações de medicamentos do SUS; buscar dados sobre horários de atendimento dos profissionais de saúde; consolidar informações de lotação a respeito de postos médicos; integra-se com uma futura API externa de saúde da cidade.
- c) Segurança: verificar informações providas por usuários com boletins de ocorrência; gerar informações para mapas informativos; integrar-se com API externa de segurança da cidade.
- d) Meio ambiente: validar imagens publicadas sobre postos de coleta; fornecer rotas até os postos; integrar-se com API externa de meio ambiente da cidade.

3.3.5 Bancos de dados

Cada módulo funcional estará associado a um banco de dados. Cada um desses bancos de dados será responsável por armazenar informações que deverão ser persistentes e relacionadas ao domínio que se encontram. É fundamental por exemplo, que o módulo de segurança tenha em seu banco de dados os boletins de ocorrências que foram validados, ou então que o módulo de saúde tenha consigo as informações sobre os horários de atendimento médico mais recentes.

3.4 PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO

Neste seção iremos apresentar as tecnologias elencadas que poderão ser exploradas para atender as necessidades impostas pela arquitetura geral do sistema e alguns diagramas de classe iniciais.

A Figura 10 ilustra uma possível instanciação da arquitetura lógica do sistema proposto, usando diferentes ferramentas e tecnologias, e considerando a ampliação dos serviços de provisão de dados da prefeitura da cidade. Neste ponto é que a nossa proposta demonstra a necessidade de existir informações homogêneas e centralizadas, disponibilizadas pelo poder público, para que se torne concreta a implementação completa deste sistema. O objetivo dessas APIs externas é fornecer as informações relacionadas a cada domínio dos módulos, como por exemplo consultar no banco do Sistema Único de Saúde quais são os medicamentos em falta em determinada região.

3.4.1 Banco de dados e persistência

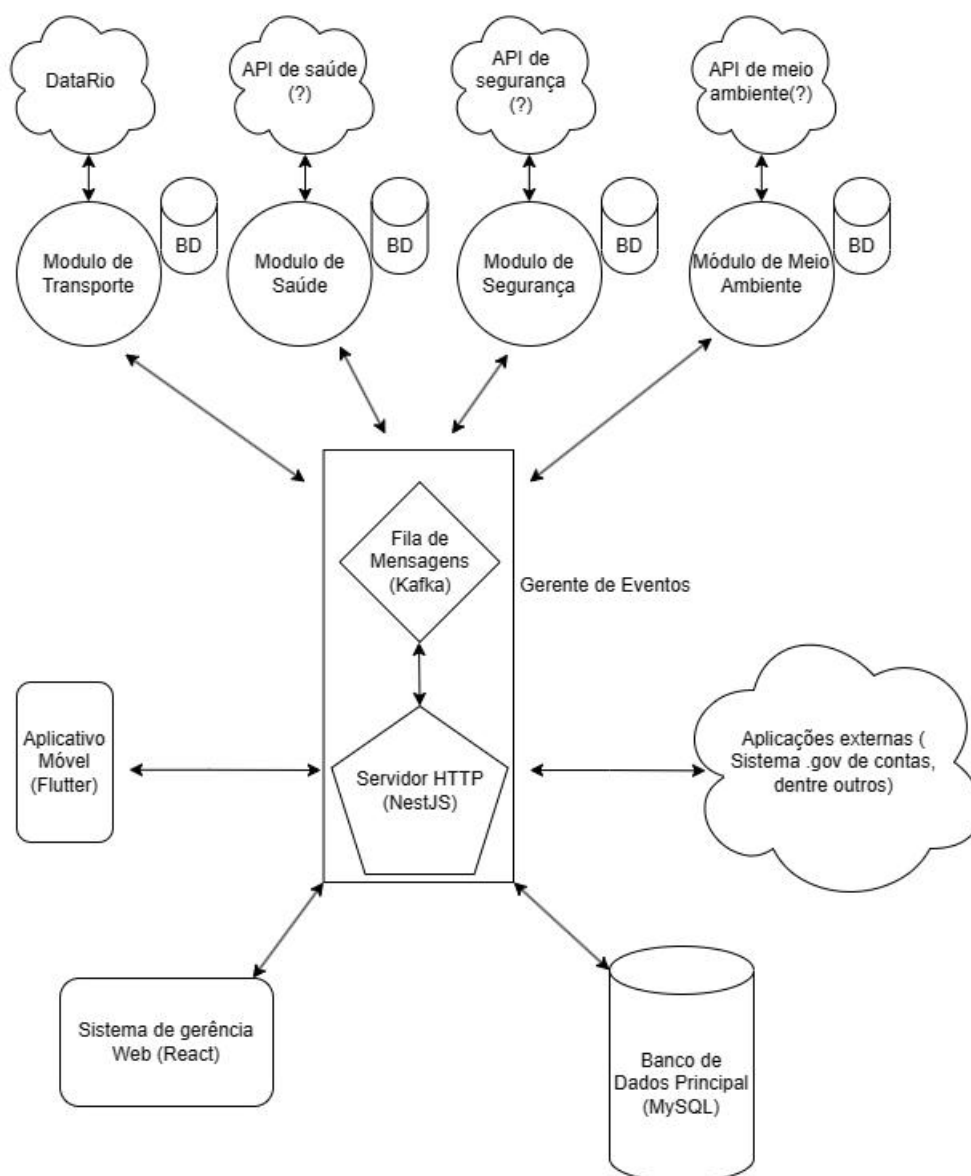
Por se tratar de uma aplicação que necessita armazenar um volume grande de dados e relacionamentos entre entidades, torna-se essencial o uso de um sistema de gerenciamento de banco de dados. Para isso, o MySQL³ aparece como opção viável, dado sua simplicidade mas ao mesmo tempo eficácia de uso, baixo custo e disponibilidade de recursos. Por se tratar de um sistema de gerenciamento amplamente utilizado, a integração com as APIs do aplicativo também se torna simples.

3.4.2 Implementação do gerente de eventos

Com a finalidade de atender as duas funções principais do gerente de eventos, que são: servir como interface para o aplicativo móvel, sistema de gerência web e aplicações externas com o sistema interno e também servir como fila de mensagens do modelo *publish/subscribe*, ele será implementado a partir de dois componentes, um servidor HTTP e uma fila de mensagens.

³ MySQL. Disponível em: <https://www.mysql.com/> Acesso em: 30 ago. 2022

Figura 10 – Visão geral dos componentes



3.4.3 Servidor HTTP

O servidor HTTP será implementado no ambiente de execução Node⁴, devido ao seu modelo de concorrência e assincronismo. Além de ser feito para executar código Javascript, que para nossa proposta inicial é simples e tem boa integração com as aplicações web e móvel. Embora o ambiente de execução seja importante, usaremos em cima deste um *framework* para aplicações *server-side* chamado NestJS⁵ que nos permite ter mais robustez na hora de desenvolver o servidor e também a possibilidade de construir arquiteturas extremamente escaláveis e testáveis, que são peças fundamentais para o desenvolvimento. Outro ponto importante a respeito da implementação do servidor HTTP, é a possibilidade de escalabilidade vertical, que é a possibilidade de termos replicas do servidor sendo exe-

⁴ Node.js. Disponível em: <https://nodejs.org/en> Acesso em: 30 ago. 2022

⁵ NestJS. Disponível em: <https://nestjs.com/> Acesso em: 30 ago. 2022

cutadas caso o volume de dados seja intenso a ponto de comprometer uma das instâncias.

3.4.4 Fila de mensagens

Como citado na seção anterior, o objetivo da fila de mensagens é auxiliar o processo de recebimento e envio de mensagens. É importante que deleguemos essa tarefa a uma ferramenta que já exista, no nosso caso escolhemos o Kafka⁶, para que a complexidade de lidar com o roteamento de mensagens seja diminuída a fim de tornar mais claro o protótipo. O Kafka foi escolhido por apresentar as seguintes características: (i) Também é uma ferramenta de *streaming* de eventos, o que casa com a nossa premissa de dados em tempo real sendo trafegados pelo barramento do sistema; (ii) Aceita o modelo *publish/subscribe*, que favorece o roteamento de mensagens; (iii) É agnóstico com relação às tecnologias utilizadas pelos clientes que irão consumir os eventos, o que abre um leque de possibilidades para escolher quais utilizar na implementação dos módulos.

3.4.5 Implementação do aplicativo móvel

Visando maior comodidade e agilidade para o cidadão, o aplicativo móvel será projetada para executar em um celular. Com o levantamento dos requisitos funcionais e das regras de negócio, o protótipo de telas do aplicativo para celular, apresentadas no apêndice B, foram projetadas visando trazer maior simplicidade de uso possível, visto que o aplicativo será usado por uma gama diversa de pessoas de diferentes idades. Para essa finalidade, o *framework* Flutter⁷, baseado na linguagem de programação Dart⁸, foi escolhido. Esta decisão baseia-se nos seguintes fatores: (i) conhecimento prévio desse *framework* pelo autor; (ii) o código fonte é único para diversos sistemas operacionais, sem necessidade de alterações para plataformas como Android⁹ ou iOS¹⁰; (iii) o *framework* se baseia em *Widgets*, pequenos elementos visuais que oferecem funcionalidades específicas, que podem ser combinados e acoplados de forma a gerar novos *widgets* com novas funcionalidades, semelhante a montar pequenas peças; (iv) o ambiente de desenvolvimento e as bibliotecas gráficas do Flutter garantem ao processo de criação do aplicativo uma experiência fluída graças a tecnologia de *hot-reload*, que é o recarregamento da aplicação em resposta a qualquer alteração no código fonte no momento do desenvolvimento, sem a necessidade de reiniciar a compilação completa.

⁶ Kafka. Disponível em: <https://kafka.apache.org/> Acesso em: 30 ago. 2022

⁷ Flutter. Disponível em: <https://flutter.dev/> Acesso em: 30 ago. 2022.

⁸ Dart. Disponível em: <https://dart.dev/> Acesso em: 30 ago. 2022

⁹ Android. Disponível em: Acesso em: <https://www.android.com/> 30 ago. 2022

¹⁰ iOS. Disponível em: <https://www.apple.com/br/ios> Acesso em: 30 ago. 2022

3.4.6 Implementação do sistema de gerência Web

Visando elaborar um protótipo simples mas que também tenha capacidade para suportar eficiência, foi escolhido a biblioteca React¹¹ para a implementação do sistema de gerência web (que será acessada pelos gestores da cidade). A biblioteca React é desenvolvida na linguagem Javascript¹², conhecida por ser simples e também muito versátil, uma ferramenta que pode agilizar o processo de desenvolvimento. O motivo da escolha dessa biblioteca se baseia na sua simplicidade em construir sistemas elaborados do tipo SPA (Single Page Application). Essa arquitetura de projeto web nos permite construir aplicações complexas sem a necessidade de requisitar a um servidor a reconstrução das páginas web a cada alteração nas rotas da aplicação, isto devido ao fato de que no carregamento inicial de um SPA, ele traz consigo todo o código Javascript necessário para a sua usabilidade no lado do cliente. Ao consultar, por exemplo, dados históricos a respeito de uma linha de ônibus, esse mesmo código Javascript irá requisitar apenas a informação em formato JSON (Javascript Object Notation) e irá montar no lado do cliente a visualização necessária em cima desses dados.

3.4.7 Implementação dos módulos

Os módulos serão as aplicações que executarão maior parte do trabalho computacionalmente pesado e também concorrente. Existem tecnologias candidatas para ocupar este fim, são estas: C++¹³, Golang¹⁴ e Rust¹⁵. Embora o C++ seja uma das linguagens mais bem documentadas e fundamentais da indústria da computação, a sua escolha seria uma dificuldade para a implementação de um possível protótipo inicial, dado que é uma linguagem complexa e pode apresentar erros que são difíceis de investigar. Rust, por outro lado, apresenta um modelo de *safety first*, que são um conjunto de regras que não podem ser violadas a fim de garantir a integridade de memória do programa e que serão validadas pelo compilador. Apesar de ser promissora, o ecossistema ainda é muito novo e pode apresentar escassez em algumas ferramentas necessárias, no momento deste trabalho. Por fim, a escolha para uma possível implementação dos módulos é a linguagem Golang. Essa linguagem apresenta uma sintaxe simples, muito similar a C¹⁶, um modelo voltado a concorrência e paralelismo que é prático de utilizar, um ecossistema em constante desenvolvimento e potencial de escalabilidade tanto vertical (réplicas de uma aplicação) quanto horizontal (aumentar a capacidade de uma máquina que roda a aplicação).

¹¹ React. Disponível em: <https://pt-br.reactjs.org/> Acesso em: 30 ago. 2022

¹² Javascript. Disponível em: Acesso em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript> 30 ago. 2022

¹³ C++. Disponível em: <https://en.cppreference.com/w/> Acesso em: 30 ago. 2022

¹⁴ Golang. Disponível em: <https://go.dev/> Acesso em: 30 ago. 2022

¹⁵ Rust. Disponível em: <https://www.rust-lang.org/> Acesso em: 30 ago. 2022

¹⁶ C. Disponível em: Acesso em: 30 ago. 2022

3.4.8 Diagrama de classes

Os diagramas de classes podem ser encontrados no Apêndice C. Os diagramas foram elaborados considerando as necessidades de cada domínio da aplicação. As classes marcadas com o cabeçalho vermelho não serão tabelas no banco de dados no domínio especificado, essas representam objetos que irão trafegar no barramento de comunicação entre os módulos, a API e as aplicações móveis e web, contendo informações necessárias e geralmente em tempo real, como consulta de localização ou lotação de postos. As classes foram simplificadas a fim de garantir uma visão mais ampla a respeito da proposta, no entanto, futuramente tornará-se necessário aprimorar as classes com outras informações. A medida que ocorrer o desenvolvimento de novos módulos, ou de cada módulo individualmente, é possível que surja a necessidade de acrescentar classes que ainda não foram representadas.

3.4.9 Propostas similares

Semelhante a proposta que estamos apresentando, existe para a cidade do Rio de Janeiro o aplicativo 1746¹⁷. A função deste aplicativo é ser um canal de comunicação entre o cidadão e a prefeitura, oferecendo um leque de requisições que possam ser atendidas, por exemplo: reportar o estado de conservação de estações do BRT, reportar falta de iluminação pública, limpeza urbana, cidadania e direitos humanos, dentre outros. No entanto, existem dois pontos principais que diferenciam este aplicativo da nossa proposta: (i) o objetivo da nossa proposta não é oferecer somente um canal unidirecional, entre cidadão e órgão público, mas também ofertar uma forma de compartilhar informações entre diversos usuários a cerca de um problema, no caso do transporte por exemplo, os usuários podem oferecer as informações de rotas ou sobre os carros para que outros também usufruam; (ii) o sistema que estamos propondo tem como objetivo fornecer uma ferramenta de atuação por parte do órgão público

3.4.10 Desafios

O principal desafio dessa proposta se encontra na integração com serviços externos, especialmente os serviços da cidade do Rio de Janeiro, que até o momento só disponibiliza informações em tempo real de ônibus via API. O Instituto de Segurança Pública do Rio¹⁸ disponibiliza através de seu site informações estatísticas gerais a respeito da criminalidade no estado, no entanto, há uma dificuldade de integrar esses dados ao módulo de segurança pública da arquitetura proposta, que assim possa ser gerado essa informação nos aplicativos. No caso do módulo de saúde, a falta de dados sobre medicamentos em postos de saúde atinge gravemente o município do Rio de Janeiro. Em São Paulo,

¹⁷ 1746. Disponível em: <https://www.1746.rio/hc/pt-br> Acesso em: 30 ago. 2022

¹⁸ ISP Dados Abertos. Disponível em: <http://www.ispdados.rj.gov.br/> Acesso em: 30 ago. 2022.

existe uma proposta que é o AquiTemRemédio¹⁹, no entanto, usuários relatam que os dados estão desatualizados. Isso é decorrente de não existir um centro de informações que seja atualizado em tempo real proveniente do próprio Sistema Universal de Saúde. Por conta desses desafios, limitamos nessa proposta apenas a criar um protótipo de telas do aplicativo móvel que será apresentado no próximo capítulo.

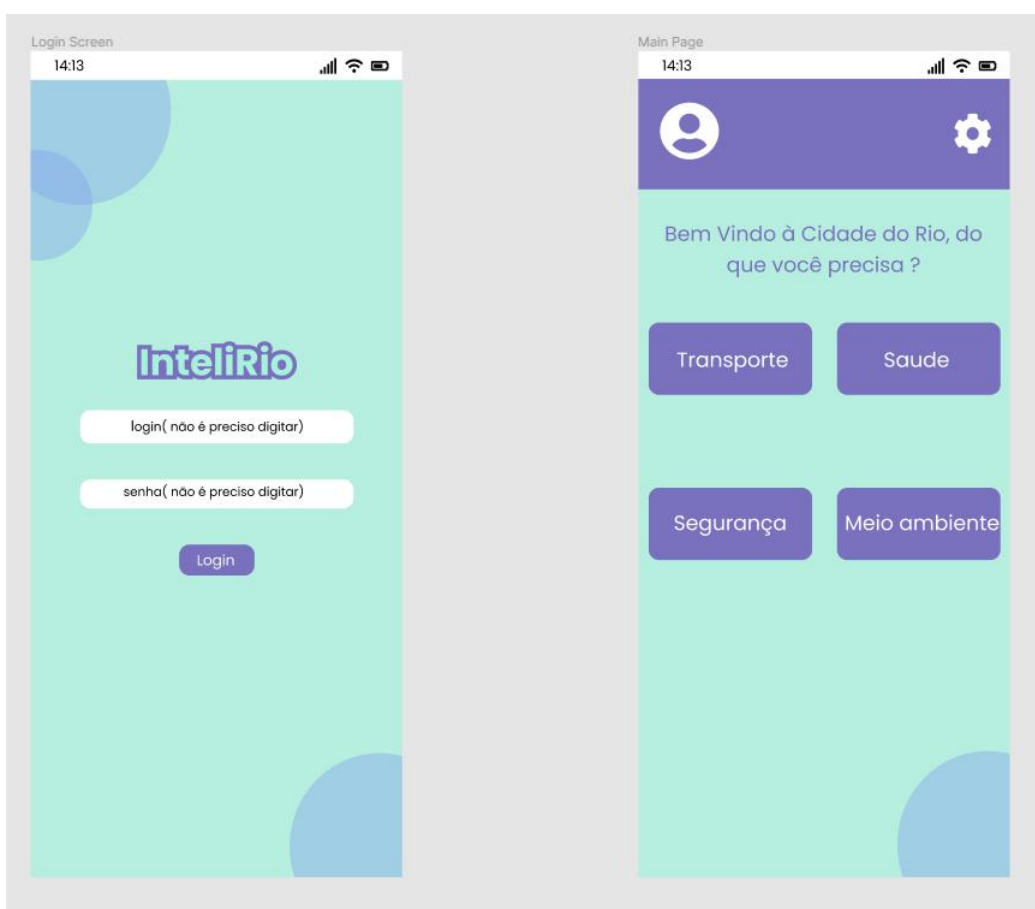
¹⁹ AquiTemRemédio. Disponível em: <http://aquitemremedio.prefeitura.sp.gov.br/> Acesso em: 30 ago. 2022

4 PROTÓTIPO DE TELAS PARA O APLICATIVO E AVALIAÇÃO

4.1 PROTÓTIPO DE TELAS PARA O APLICATIVO MÓVEL

As telas foram elaboradas utilizando o aplicativo Figma¹, uma ferramenta de design voltada para prototipagem. O protótipo possuía interação com os botões e navegação. O protótipo está apresentado nas figuras 11 a 18.

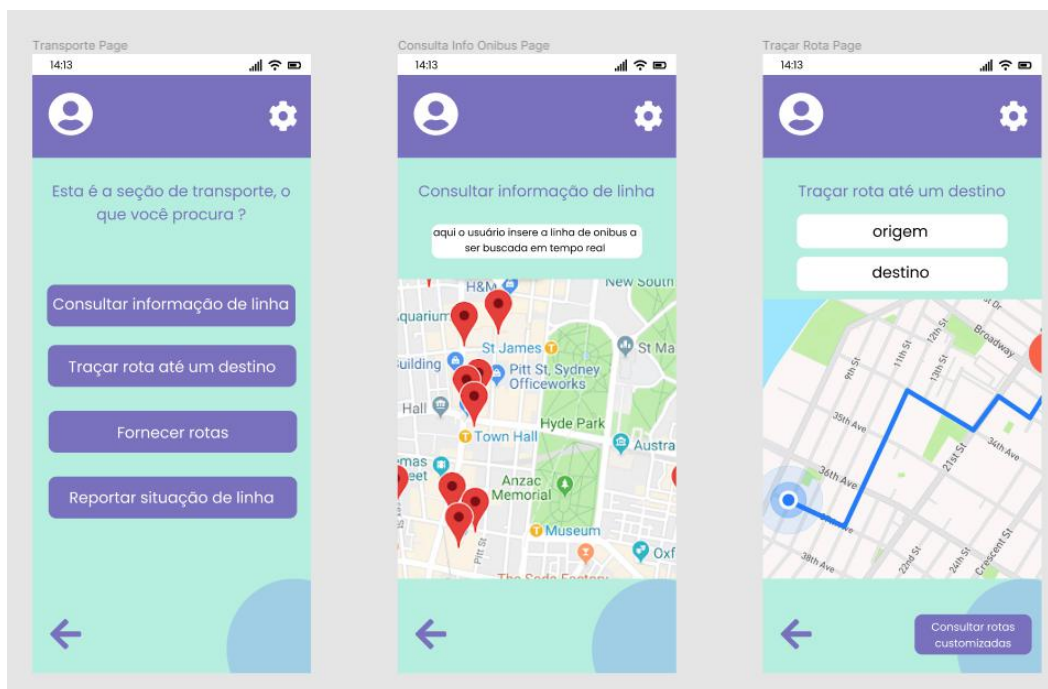
Figura 11 – Tela de login e principal



Optamos por uma interface minimalista no protótipo da tela de login e na tela principal, com o objetivo de tornar o uso o mais direto possível.

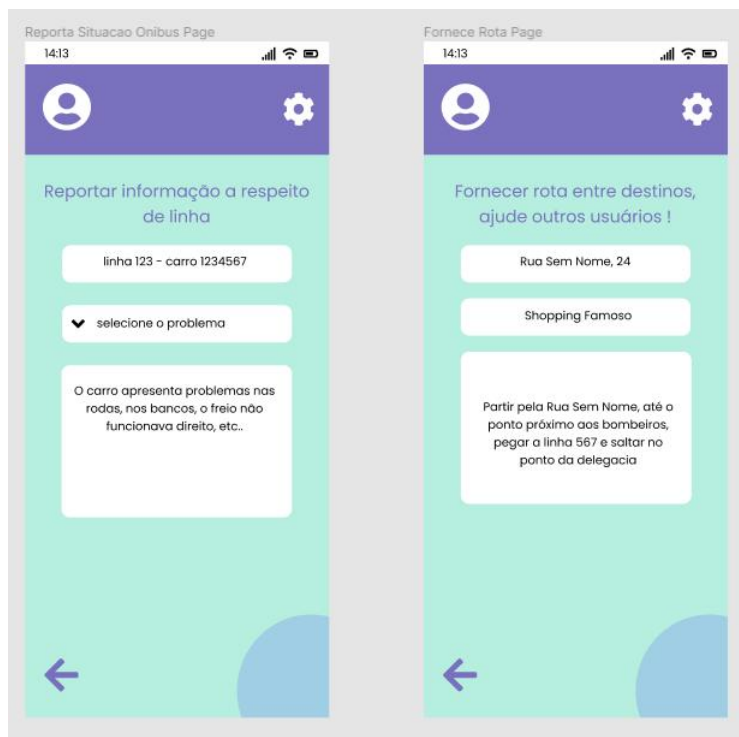
¹ Figma. Disponível em: <https://www.figma.com/>. Acesso em: 19 out. 2022

Figura 12 – Tela principal de transporte, consulta de linhas e rotas



Seguindo o mesmo estilo da tela principal, montamos o menu de maneira direta contendo todas as funcionalidades de transporte.

Figura 13 – Tela de transporte, reportar informações e criar rotas



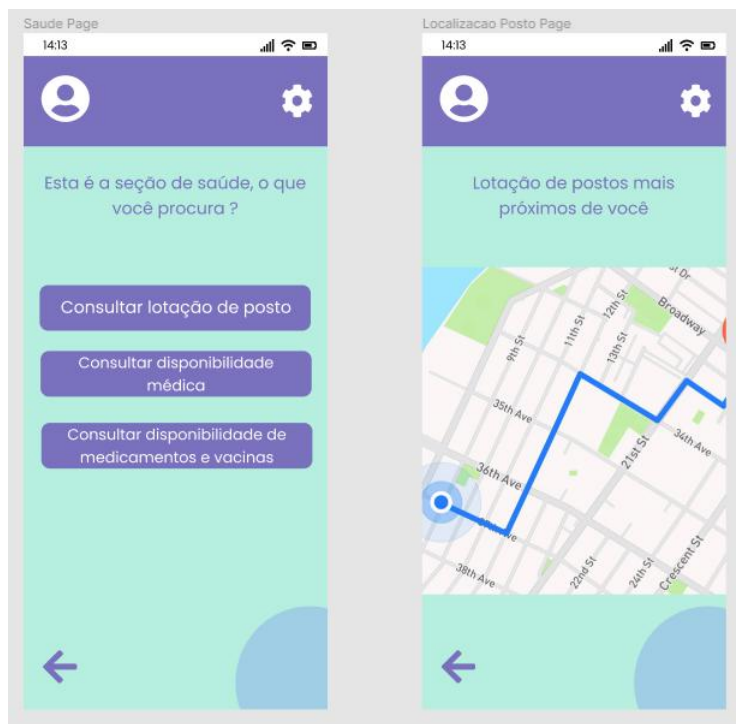
Aqui colocamos caixas de texto para que os usuários forneçam informações detalhadas.

Figura 14 – Tela de transporte, rota personalizada



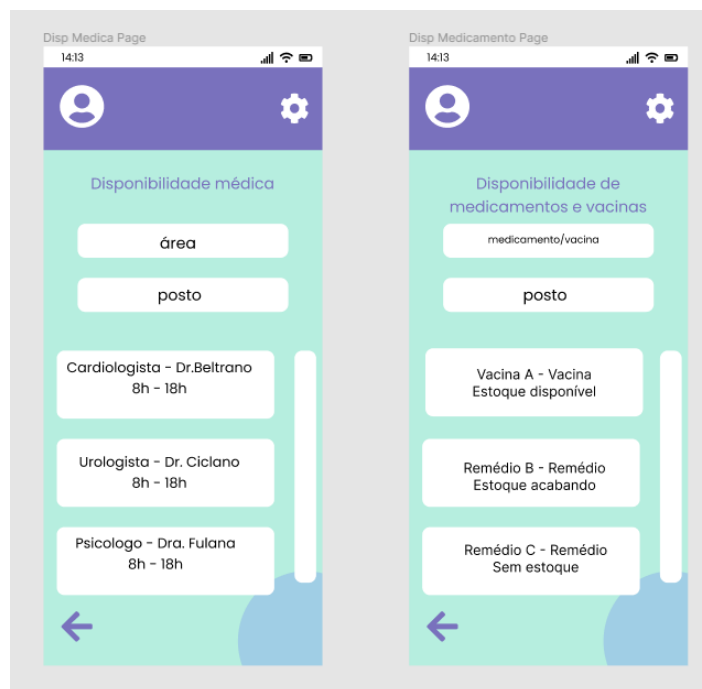
Nas rotas personalizadas, também colocamos a avaliação de outros usuários.

Figura 15 – Tela principal de saúde e consultar lotação



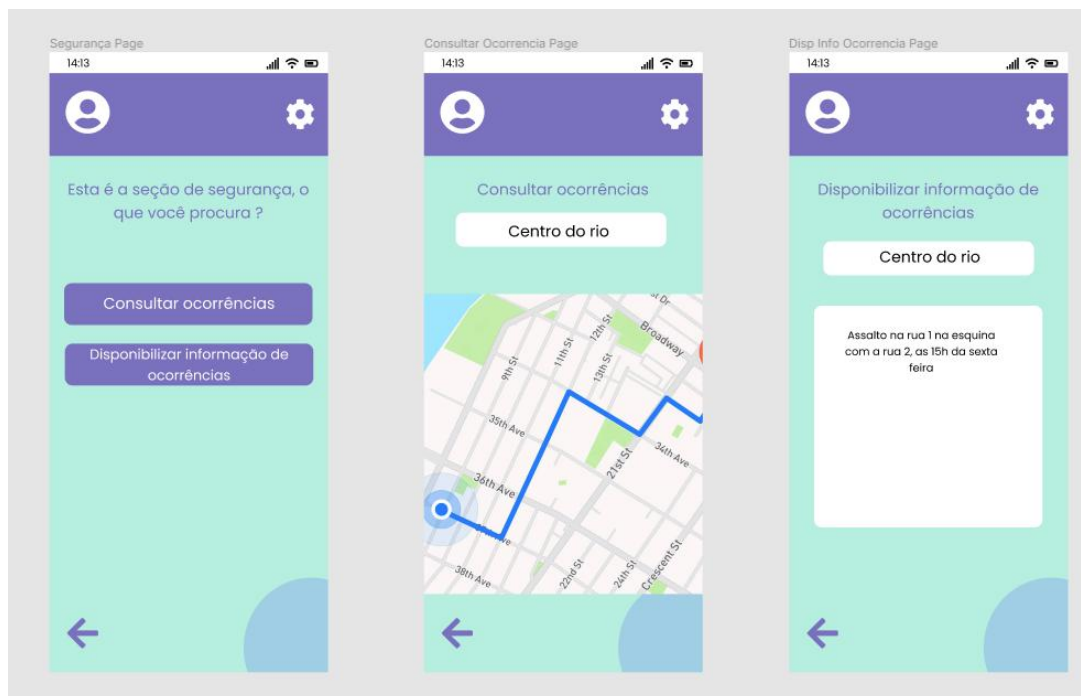
A ideia na tela de consulta de lotação é mostrar no mapa as informações de lotação como balões flutuantes.

Figura 16 – Tela de saúde, consulta de médicos e medicamentos



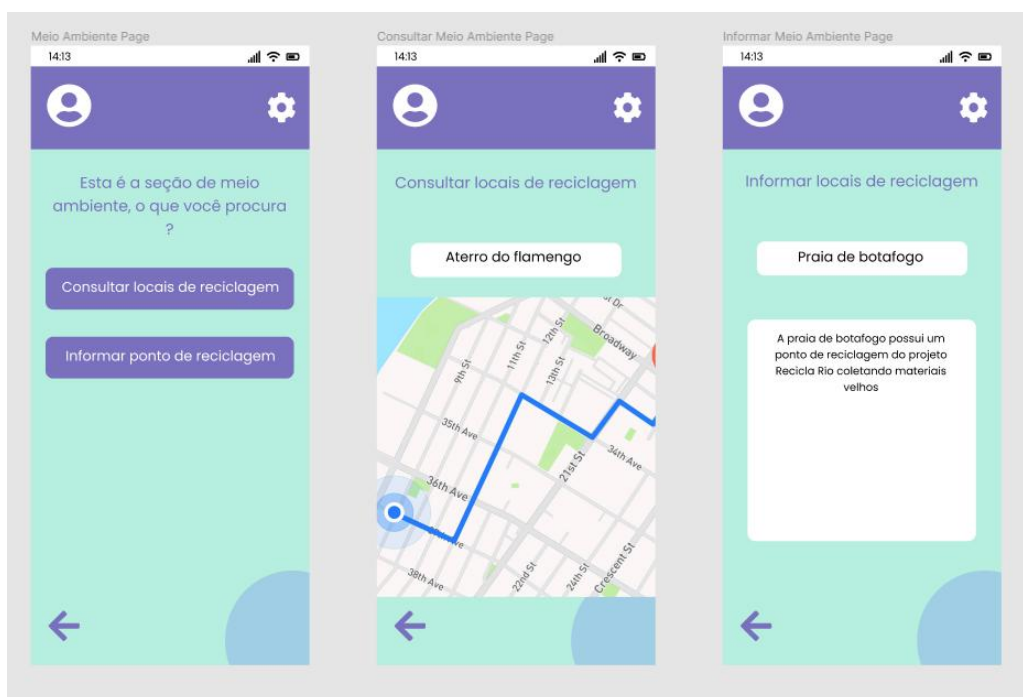
Em projetos futuros, podemos integrar ao sistema o agendamento de consultas ou entrega de medicamentos.

Figura 17 – Tela de segurança



No mapa de segurança, consideramos numa futura implementação colocar quais regiões tiveram mais crimes reportados

Figura 18 – Tela de meio ambiente



O mapa do meio ambiente apesar de simples, mostraria as informações que outros usuários ou agentes públicos disponibilizaram dos locais de reciclagem

4.2 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Com a criação do protótipo de telas, foi produzido um formulário para captação de respostas após a impressão com a proposta e as próprias telas que foram desenvolvidas. O formulário de perguntas e todas as respostas encontram-se no apêndice C. 16 usuários foram escolhidos para participar dessa avaliação. O critério de escolha foi: aqueles que responderam a pesquisa, que tiveram um contato mais próximo e que se disponibilizaram a fazer o teste. Todos eram cidadãos do Rio e/ou trabalhavam na cidade. A primeira pergunta do formulário era com relação a clareza que a interface apresentava. Isto é, se a partir do que os testadores viram era possível deduzir o que fazer sem uma instrução detalhada prévia. A ideia por trás dessa análise é entender se a interface do aplicativo tem clareza suficiente para atender os usuários. A figura 19 demonstra o resultado dessa pergunta.

Com este resultado é possível concluir que o design do aplicativo apresentou resultados satisfatórios.

A segunda pergunta do formulário questionou a clareza e aplicabilidade da proposta descrita por este trabalho. Para isso, foi passada previamente para os usuários uma pequena introdução do que se trata o desenvolvimento deste projeto, assim eles puderam analisar com cuidado se a proposta havia sido clara ou não. A figura 20 apresenta o resultado dessa pergunta.

Figura 19 – Pergunta a respeito da usabilidade do app

Qual foi a sua impressão em relação a usabilidade do aplicativo ?

 Copiar

16 respostas

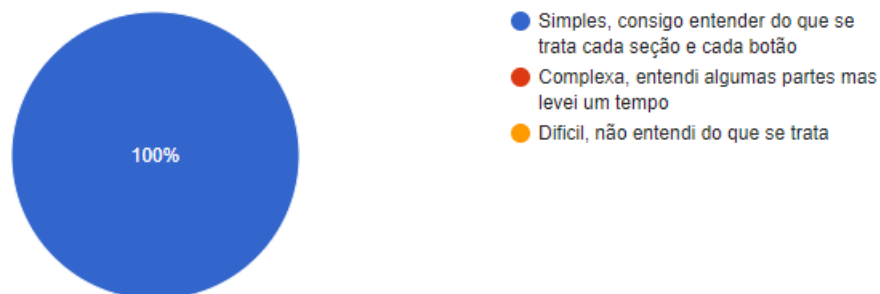
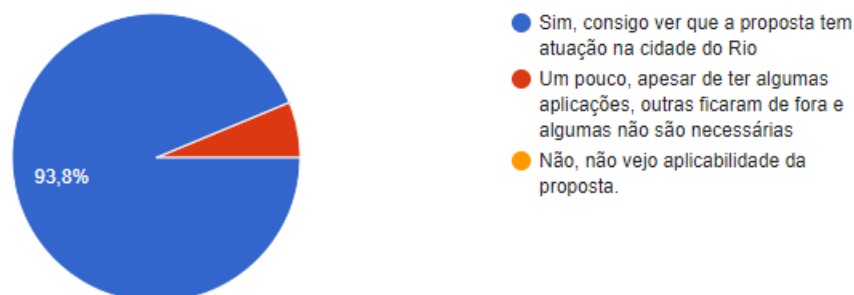


Figura 20 – Pergunta a respeito da proposta do app

O aplicativo apresenta de forma clara a proposta descrita ?

 Copiar

16 respostas



Baseado nas respostas obtidas, o aplicativo consegue apresentar com clareza o que ele pretende resolver. No entanto, dessa vez houve respostas divergentes.

A terceira pergunta fazia referência a áreas que ficaram de fora do aplicativo e que poderiam ter sido implementadas. Das 15 respostas escritas, 12 disseram que o aplicativo estava completo e que não faltava nada. Mas a ideia nessa questão foi buscar outros campos que não foram abordados. Foram citados os seguintes temas:

Quadro 12 – Seções sugeridas por usuários

SUGESTÃO
Finanças (Agências bancárias)
Estacionamentos e bicicletários
Educação
Uma parte voltada para alimentação, restaurante veganos, vegetarianos ou de comida orgânica

A partir dessas respostas podemos expandir esses temas. Para os estacionamentos e bicicletários, o aplicativo pode informar os locais onde encontrá-los na cidade e também informar o preço de estacionamentos pelos próprios clientes. Para finanças, exibir no mapa os locais de agências bancárias e também a sua lotação em tempo real. Por fim, na educação podemos sinalizar as escolas que apresentem problemas na sua infraestrutura, como acesso a alimentação ou falta de outros recursos através de informações que os próprios estudantes, professores e trabalhadores disponibilizem.

A quarta pergunta se referia às funcionalidades por seção, se de alguma maneira essas deixaram de oferecer alguma opção dentro do seu próprio escopo. Das 16 respostas, 9 foram dizendo que as seções estavam completas e as restantes foram sugestões de improviso para cada seção. O Quadro 13 mostra as respostas recebidas.

Durante o desenvolvimento do protótipo de telas e levantamento de alguns requisitos, a seção de Turismo foi incluída como parte do aplicativo, no entanto, não foi desenvolvida já que seria preciso buscar mais especificidades a respeito do seu funcionamento. Evidente que, as sugestões propostas pelos avaliadores se encaixam dentro do escopo da seção, no entanto, aplicativos como o Google Maps² apresentam funcionalidades semelhantes.

A última pergunta do questionário buscou captar respostas gerais a respeito do trabalho e a visão dos usuários sobre o mesmo. O Quadro 14 apresenta algumas considerações positivas e comentários gerais:

² Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 21 out. 2022.

Quadro 13 – Seções sugeridas por usuários

SEÇÃO	SUGESTÃO
Coleta/Meio-ambiente	Coleta e meio ambiente se misturam muito, na coleta falam de caçamba mas acho que dá pra encaixar reciclagem nesse mesmo espaço pois é praticamente o mesmo contexto, coleta de lixo reciclagem.
Transporte	Dentro de transporte, pode ser interessante um comparativo de valores entre as opções sugeridas.
Segurança	Dentro de segurança, talvez seja bom dividir por zonas da cidade.
Saúde	Na área de saúde achei que faltou localização de farmácias.
Saúde	Mostrar postos próximos e emergências, não apenas a lotação ou horários.
Coleta	Na parte de coleta seria interessante a opção de reportar lixo pra ser coletado.
Turismo	Na parte de turismo e lazer, apesar de não estar feita, seria legal uma lista dos pontos turísticos, trilhas, hotéis, restaurantes, casas de festa e espetáculos e até guias locais cadastrados pra ajudar no trabalho deles.
Turismo	Uma sugestão pra parte do turismo, que ainda não está desenvolvida. Pode ter uma seção para consultar lugares para ir, por categoria. Tipo, cachoeiras, parques, trilhas, etc. E aí mostrar informações sobre o local, fotos, inclusive ter a opção do usuário adicionar informações sobre os locais. Também pode integrar essa parte com a parte de transporte, mostrando as rotas para se chegar no local selecionado.

Quadro 14 – Comentários gerais a respeito do aplicativo

COMENTÁRIO
Proposta muito interessante, totalmente necessário para melhora da sociedade!
Gostei muito da proposta. Inclusive, na seção de transportes, o governo estadual está desenvolvendo uma plataforma que recolherá todos esses dados (rotas, preços das tarifas e ocorrências). Ficará pronta a partir de Novembro, se não me engano.
Colocar formas de denunciar os problemas pode ser interessante. No caso de coleta, ter o telefone da concessionária responsável por exemplo
Proposta muito interessante, um mix de aplicativos que existem para seções específicas em apenas um aplicativo, vejo bastante futuro.
Ficou muito bom, abre possibilidade de pessoas não cariocas de entender e encontrar os diversos pontos de uma cidade complexa
Me parece bom e muito útil para descobrir sobre serviços públicos, eu usaria.

5 CONCLUSÃO

O propósito deste trabalho é oferecer uma ferramenta que integre diversos serviços urbanos de maneira simplificada para seus cidadãos. Dessa forma também torna-se possível o avanço da fronteira tecnológica que visa melhorar a qualidade de vida das pessoas. Seu diferencial se encontra em fornecer um meio dos cidadãos darem sua opinião a respeito dos serviços de maneira viva e que reflita o seu cotidiano, servindo como ponto de partida para que as autoridades possam agir nos pontos essenciais da vida urbana, e por fim, integrar diversas partes que, apesar de parecerem distintas, estão profundamente integradas.

Durante o desenvolvimento do protótipo e da elaboração dos requisitos, diversas complicações apareceram. É fundamental citar que os serviços públicos da cidade do Rio não estão ainda em pé de igualdade com a proposta, no entanto, isso não significa um ponto negativo para o projeto. É uma forma de demonstrar que existem esforços a serem feitos a fim de que a fronteira tecnológica possa ser avançada.

Podemos citar alguns esforços da prefeitura do Rio com relação aos setores de transporte e de saúde, o primeiro é a parceria com um aplicativo para mobilidade urbana(RIO, 2023b), e o outro é um aplicativo para agendamento de consultas na clinica da família(RIO, 2023a). Embora sejam projetos promissores, eles ainda não apresentam uma forma de estarem integrados ao restante dos setores urbanos.

A avaliação do protótipo móvel e as pesquisas iniciais a respeito do panorama urbano revelaram que existe uma demanda para tal projeto. Para passos futuros, é necessário estudos aprofundados sobre o desenvolvimento de aplicações com grande volume de dados, pois essas são peças chaves para aplicações de computação urbana. É ideal que os esforços de implantação deste tipo de proposta conte com o apoio da prefeitura da cidade, já que a aplicação requer que todas as partes envolvidas participem ativamente do processo, tanto os gestores e funcionários, quanto os cidadãos.

Várias funcionalidades não foram consideradas na solução proposta já que a ideia inicial deste trabalho foi ter um ponto de partida para algo que possa vir a aumentar em complexidade. Importante salientar que a aplicação de gerência não teve um aprofundamento técnico já que essa depende diretamente de outros aspectos exógenos, como as APIs de serviços públicos e fornecimento de dados por parte dos órgãos públicos.

Os esforços futuros incluiriam, principalmente, o desenvolvimento do aplicativo móvel, pois dessa maneira conseguiríamos concretizar as funcionalidades propostas. A partir disso, é possível avaliar outros setores urbanos que possam ser incluídos no trabalho como também medir a capacidade da arquitetura projetada, se haverá ou não necessidade de escolher outras tecnologias com desempenho superior.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, C. C. **Data streams: models and algorithms**. [S.l.]: Springer, 2007. v. 31.
- ANGLES R., . G. C. Survey of graph database models. **ACM Computing Surveys**, 2008.
- ELGENDY, N.; ELRAGAL, A. Big data analytics: A literature review paper. **Springer International Publishing**, p. 214–227, 2014. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-08976-8_16. Acesso em: 14 set. 2022.
- GANTI, R.; YE, F.; LEI, H. Mobile crowdsensing: current state and future challenges. **IEEE Communications Magazine**, p. 32–39, 2011.
- GINSBERG, J. et al. Detecting influenza epidemics using search engine query data. **Nature**, 2009. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature07634>. Acesso em: 14 set. 2022.
- GORGULHO, G. Crescimento das ‘fake news’ influencia agenda pública e requer ações. **Jornal da Unicamp**, 2018. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2018/09/14/crescimento-das-fake-news-influencia-agenda-publica-e-requer-aco.es>.
- IBGE. Síntese dos indicadores sociais: Uma análise das condições de vida da população brasileira. 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45700.pdf>. Acesso em: 14 set. 2022.
- NATIONS, U. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. 2018. Online. Accessed: April 9, 2023. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>.
- O’CONNOR, F. Google flu trends calls out sick, indefinitely. 2015. Disponível em: <https://www.pcworld.com/article/423173/google-flu-trends-calls-out-sick-indefinitely.html>. Acesso em: 14 set. 2022.
- ONU. World organization prospects. **Department of Economic and Social Affairs**, 2018. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>. Acesso em: 14 set. 2022.
- PRATHAP, R. B. Geospatial crime analysis and forecasting with machine learning techniques. Academic Press, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128240540000083>. Acesso em: 14 set. 2022.
- RIO, P. do. Consultas nas clínicas da família podem ser marcadas por meio de um aplicativo. 2023.
- RIO, P. do. Prefeitura do rio firma parceria com aplicativo de mobilidade para melhorar experiência do usuário de transporte público. 2023.

RODRIGUES, O. D.; SANTOS, A. F.; FILHO, R. P. G. Computação urbana da teoria à prática: Fundamentos, aplicações e desafios. **Simposio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, p. 24, 2019. Disponível em: <http://sbrc2019.sbc.org.br/wp-content/uploads/2019/05/minicursos.pdf>. Acesso em: 14 set. 2022.

SILVA, T. H. et al. Revealing the city that we cannot see. **ACM Transactions on Internet Technology**, ACM, v. 14, n. 4, p. 1–23, 2014.

STEEN, M. van; TANENBAUM, A. **Distributed Systems 4th ed.** [S.l.]: Springer, 2023. 57-58; 61-62; 62-65; 66-67; 68-70 p.

WANG, H. et al. Road traffic anomaly detection via collaborative path inference from gps snippets. **Sensors (Basel)**, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5375836/>. Acesso em: 14 set. 2022.

ZHENG, Y. et al. Urban computing: Concepts, methodologies, and applications. **ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology**, v. 5, n. 38, p. 55, 2014. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2629592>. Acesso em: 14 set. 2022.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE PESQUISA

Figura 21 – Pergunta sobre qual região do Rio

Em qual região do Rio você mora ?

114 respostas

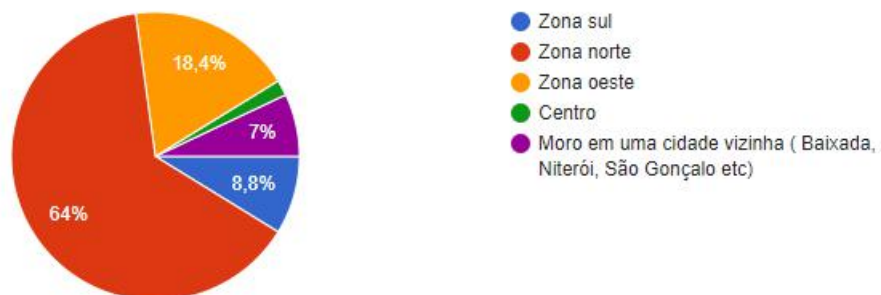


Figura 22 – Pergunta sobre a frequência de uso do transporte público

Com que frequência você usa o transporte público ?

114 respostas

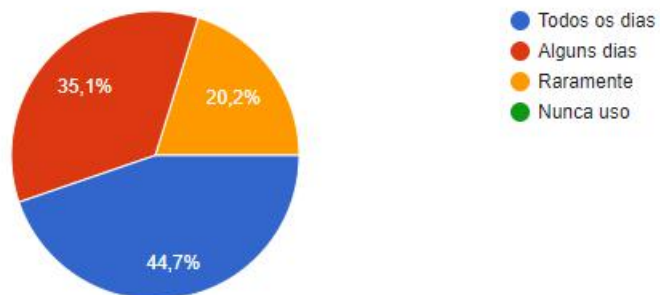


Figura 23 – Pergunta sobre meios de transporte mais utilizados

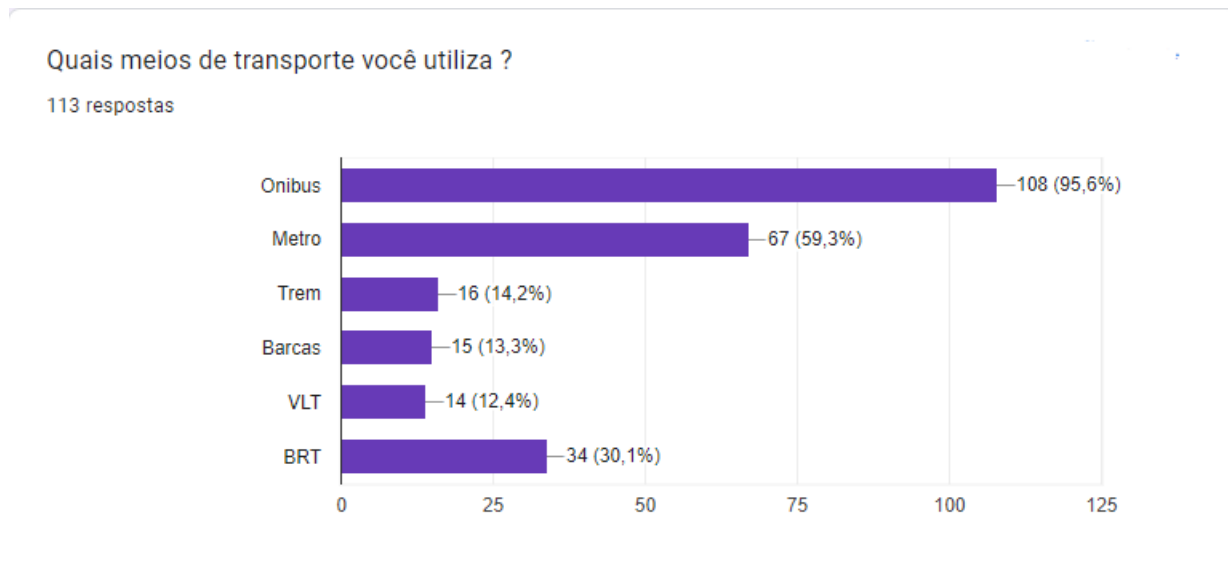


Figura 24 – Pergunta sobre a frequência de relato de problemas nos transportes

Com que frequência você relata problemas nos transportes ?

114 respostas

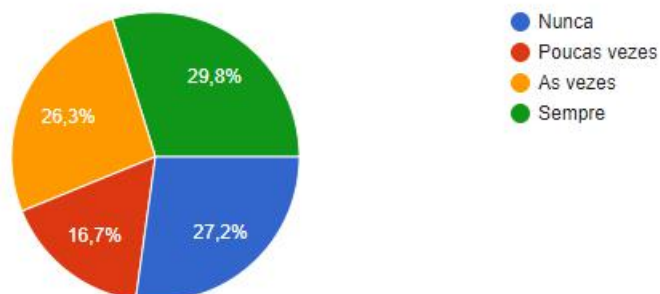


Figura 25 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feito o relato

Se há relato, por quais canais de comunicação você o faz ?

 Copiar

75 respostas

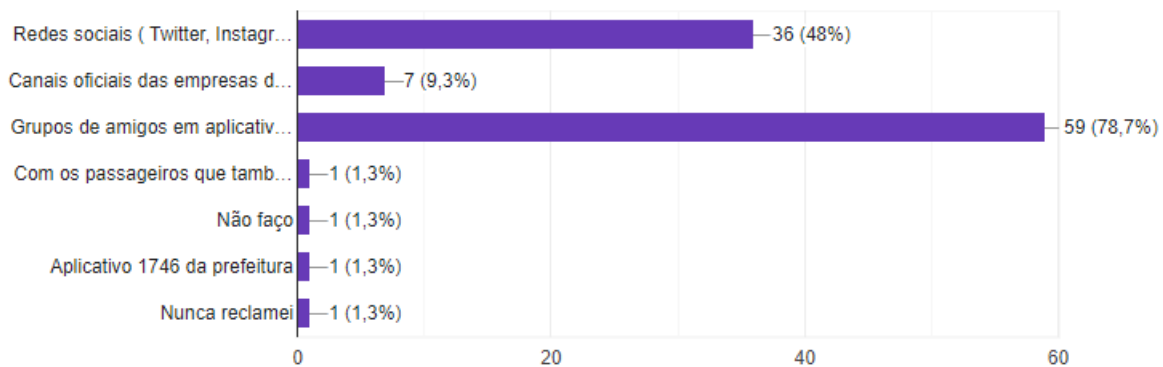


Figura 26 – Pergunta sobre o desejo de relatar problemas de atrasos, acidentes e localização de meios de transporte

Você sente a necessidade de consultar e/ou disponibilizar informação a respeito de atrasos, acidentes ou localização dos meios de transporte ?

 Copiar

114 respostas

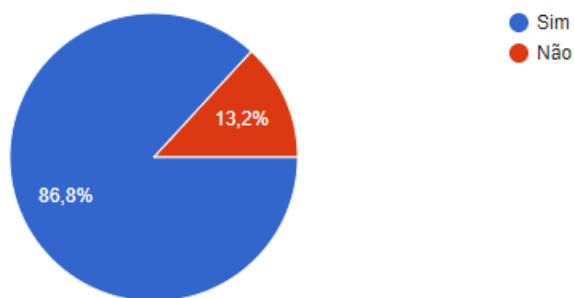


Figura 27 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feita a consulta de transporte

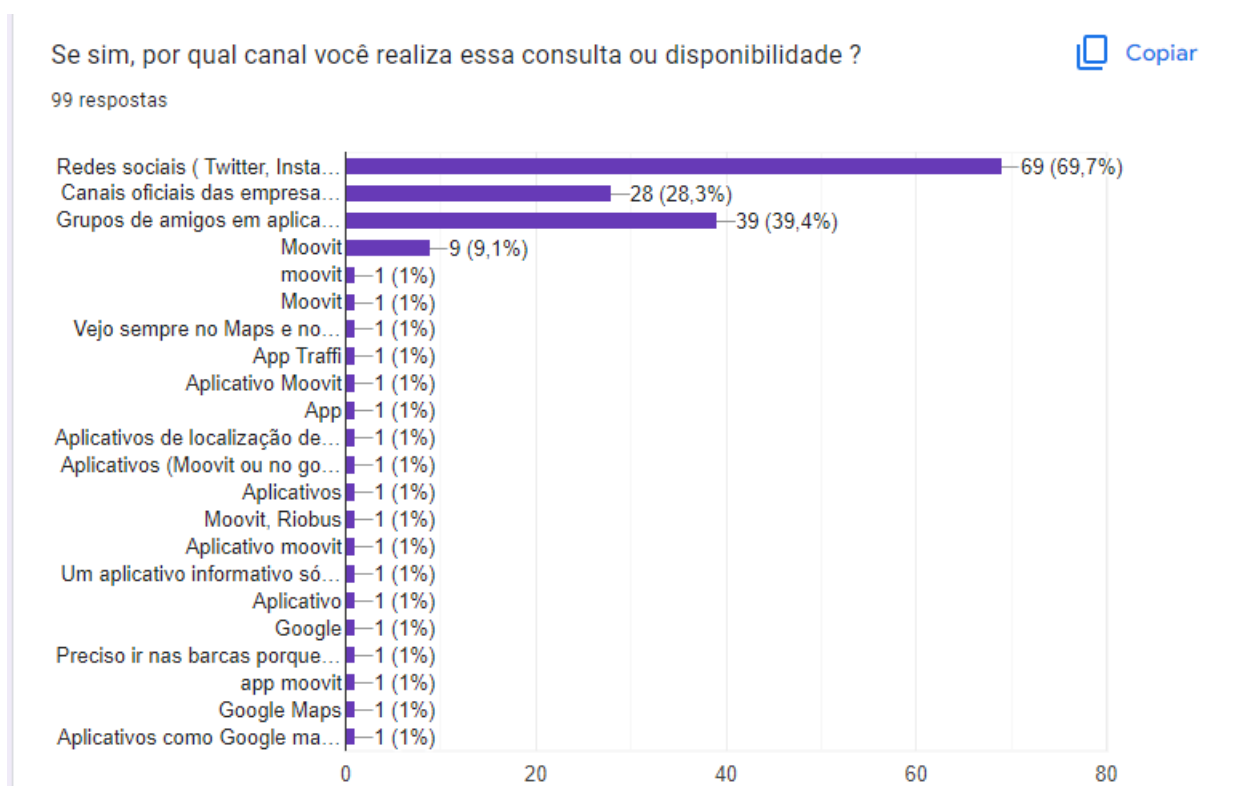


Figura 28 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feita a consulta de saúde

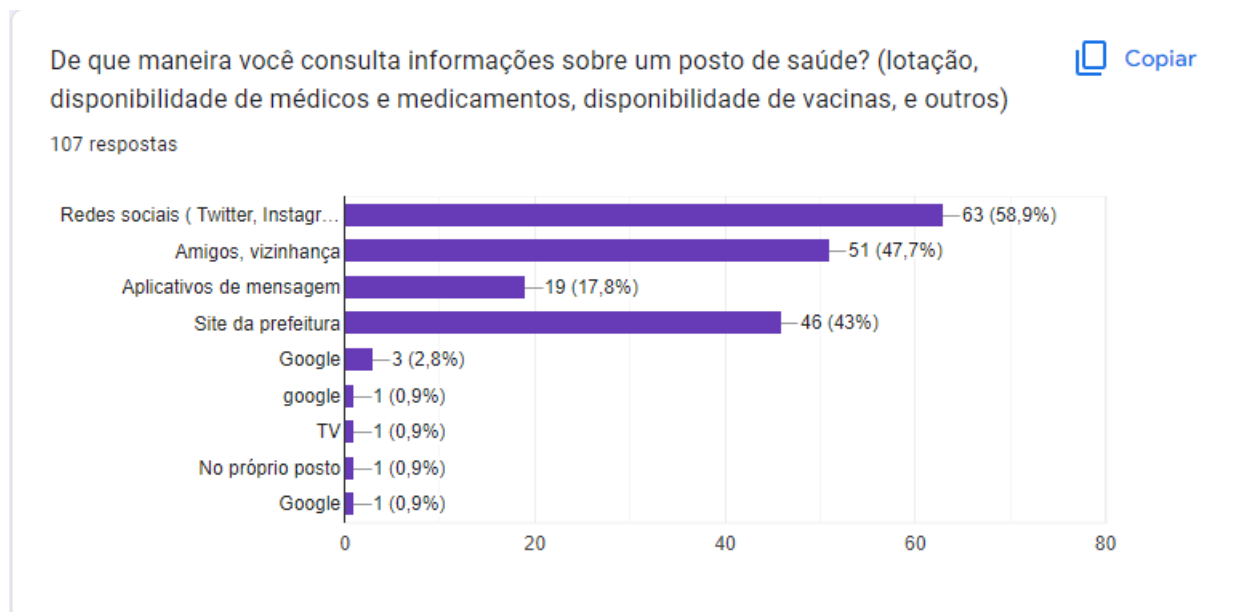


Figura 29 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feita a consulta de segurança

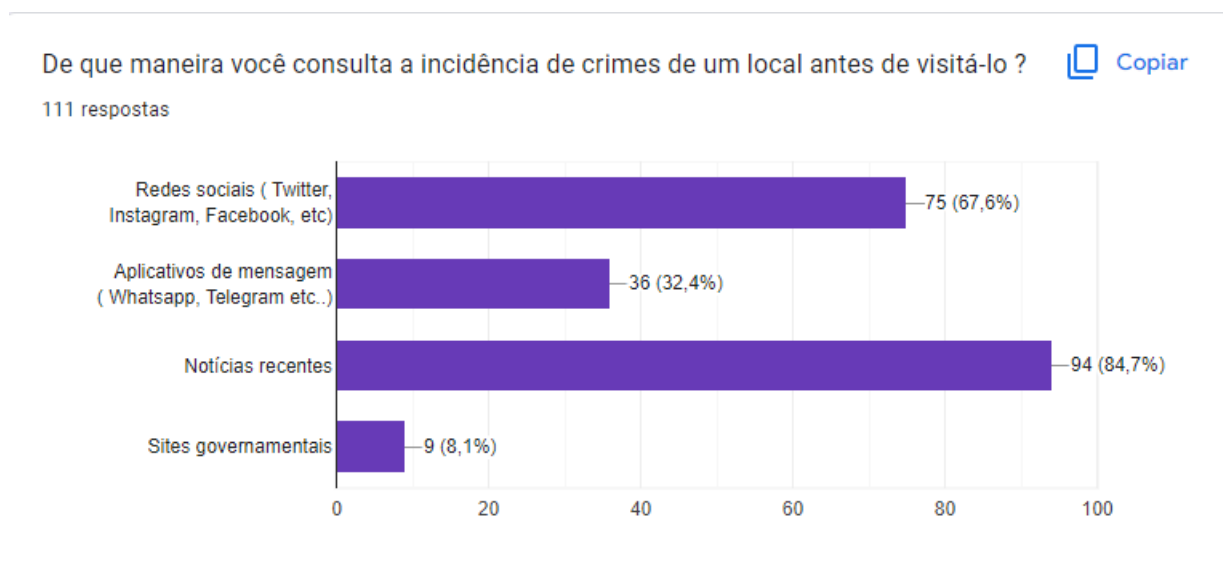


Figura 30 – Pergunta sobre a necessidade de reportar incidentes de segurança



Figura 31 – Pergunta sobre qual canal de comunicação é feito a reportagem de segurança

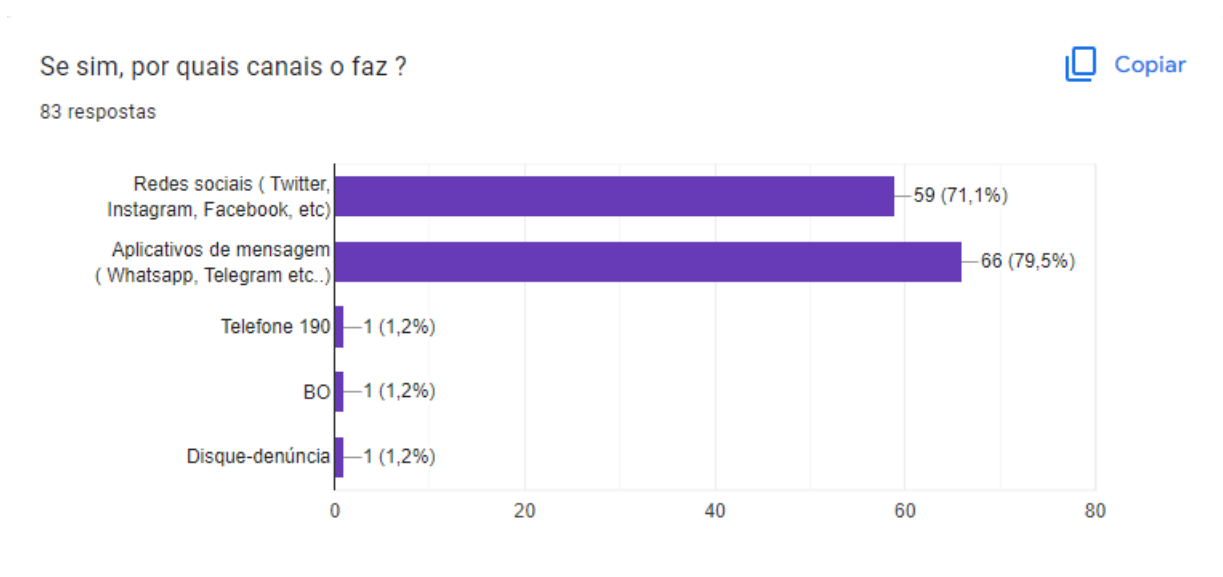
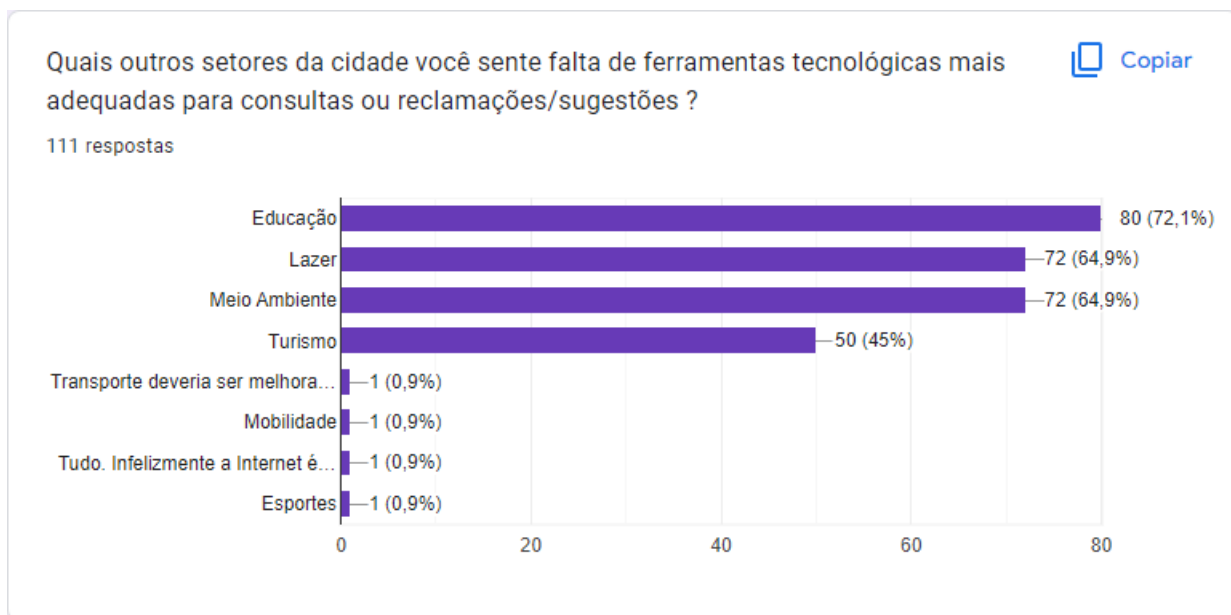


Figura 32 – Pergunta sobre quais outros setores as pessoas sentem falta de ferramentas



APÊNDICE B – DIAGRAMA DE CLASSES

Figura 33 – Diagrama de classes das aplicações web e móvel

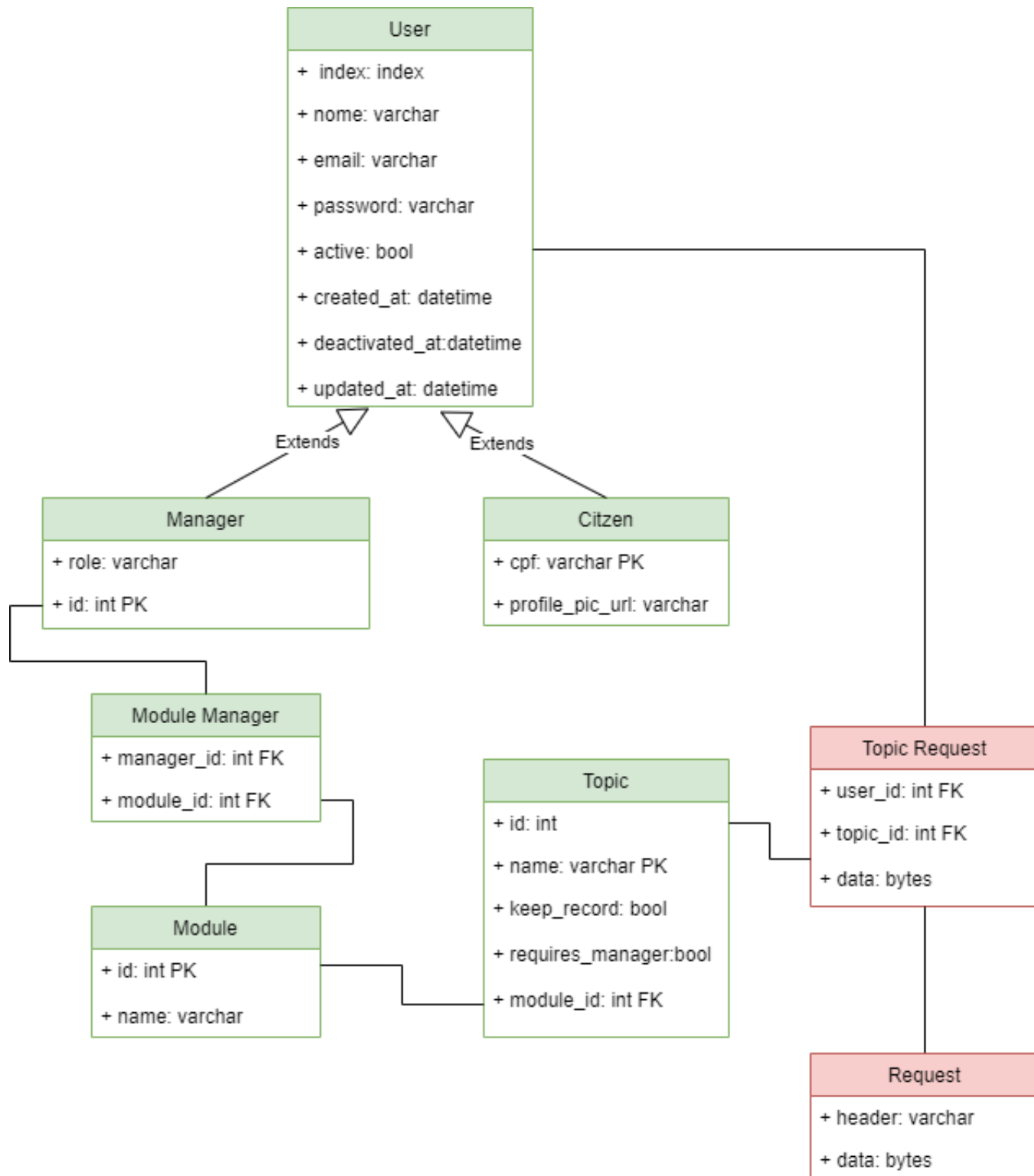


Figura 34 – Diagrama de classes do módulo de transporte

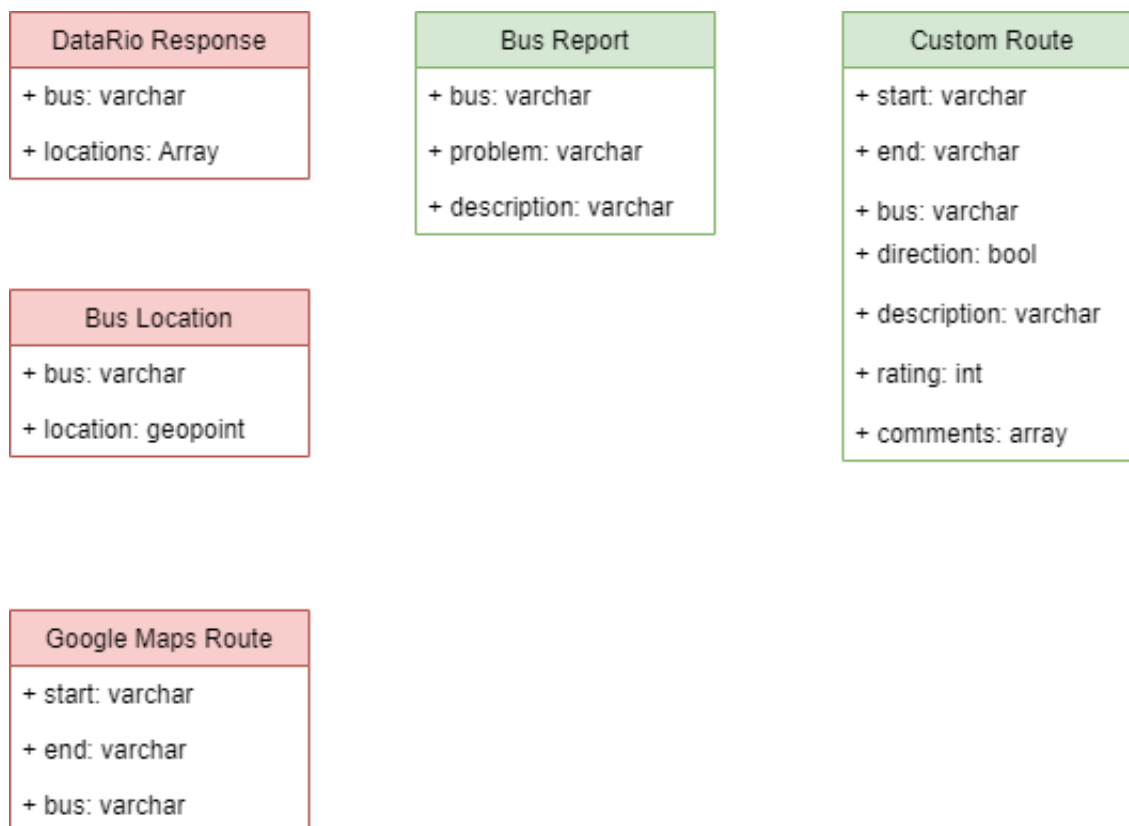


Figura 35 – Diagrama de classes do módulo de saúde

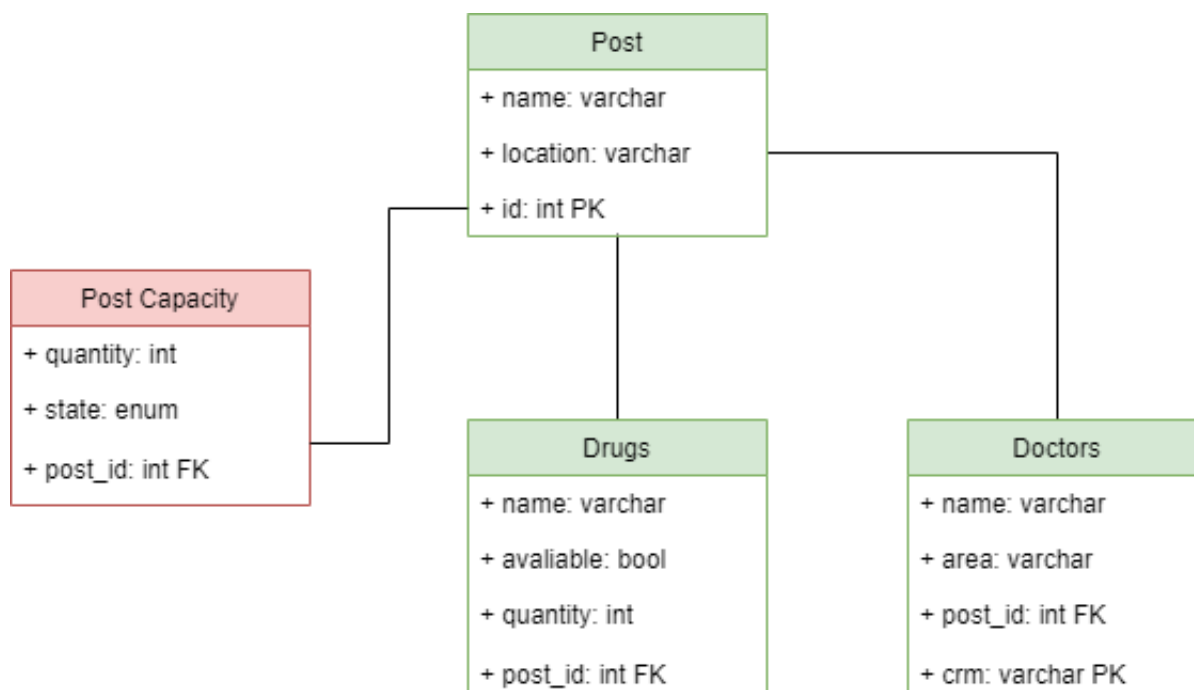


Figura 36 – Diagrama de classes do módulo de segurança

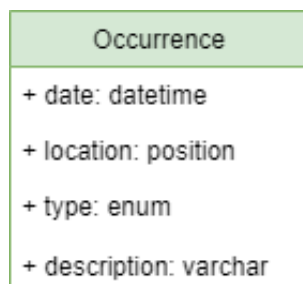
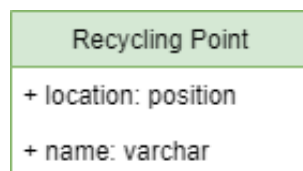


Figura 37 – Diagrama de classes do módulo de meio ambiente



APÊNDICE C – USABILIDADE DO APLICATIVO

Figura 38 – Pergunta sobre a impressão da usabilidade do aplicativo

Qual foi a sua impressão em relação a usabilidade do aplicativo ?

 Copiar

16 respostas

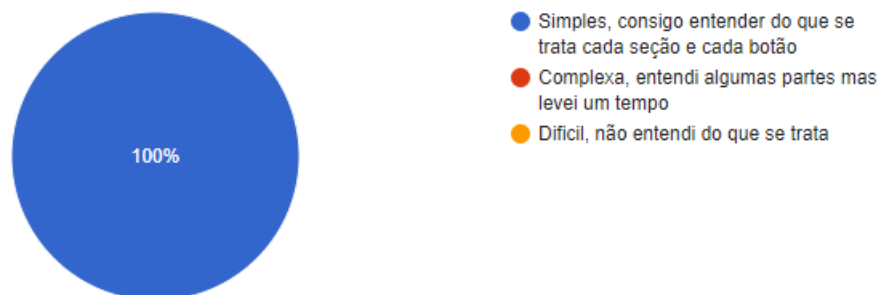


Figura 39 – Pergunta sobre a clareza da proposta do aplicativo

O aplicativo apresenta de forma clara a proposta descrita ?

 Copiar

16 respostas

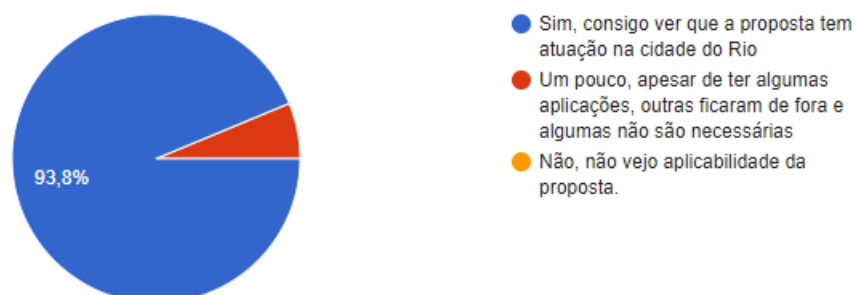


Figura 40 – Pergunta sobre se há falta de funcionalidades do aplicativo

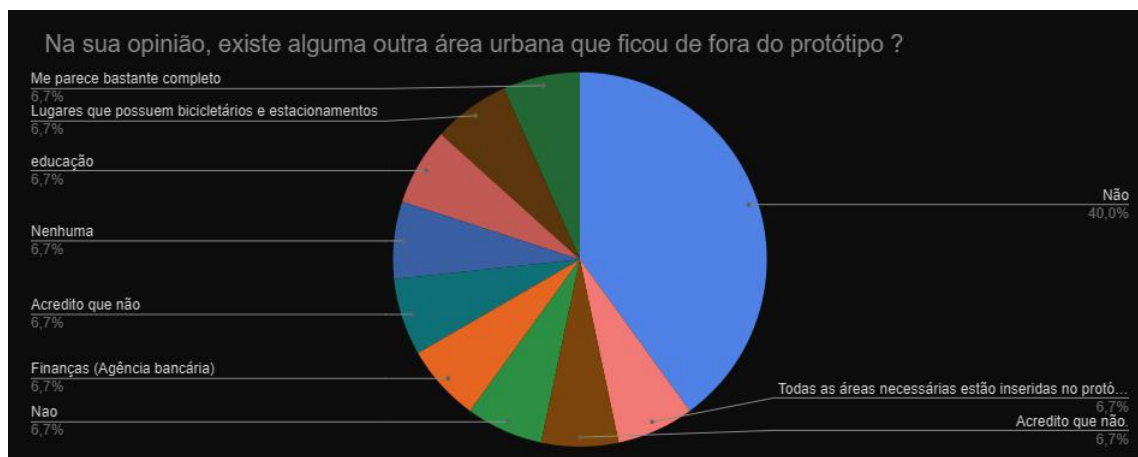


Figura 41 – Pergunta sobre se há falta de funcionalidade nas sessões propostas

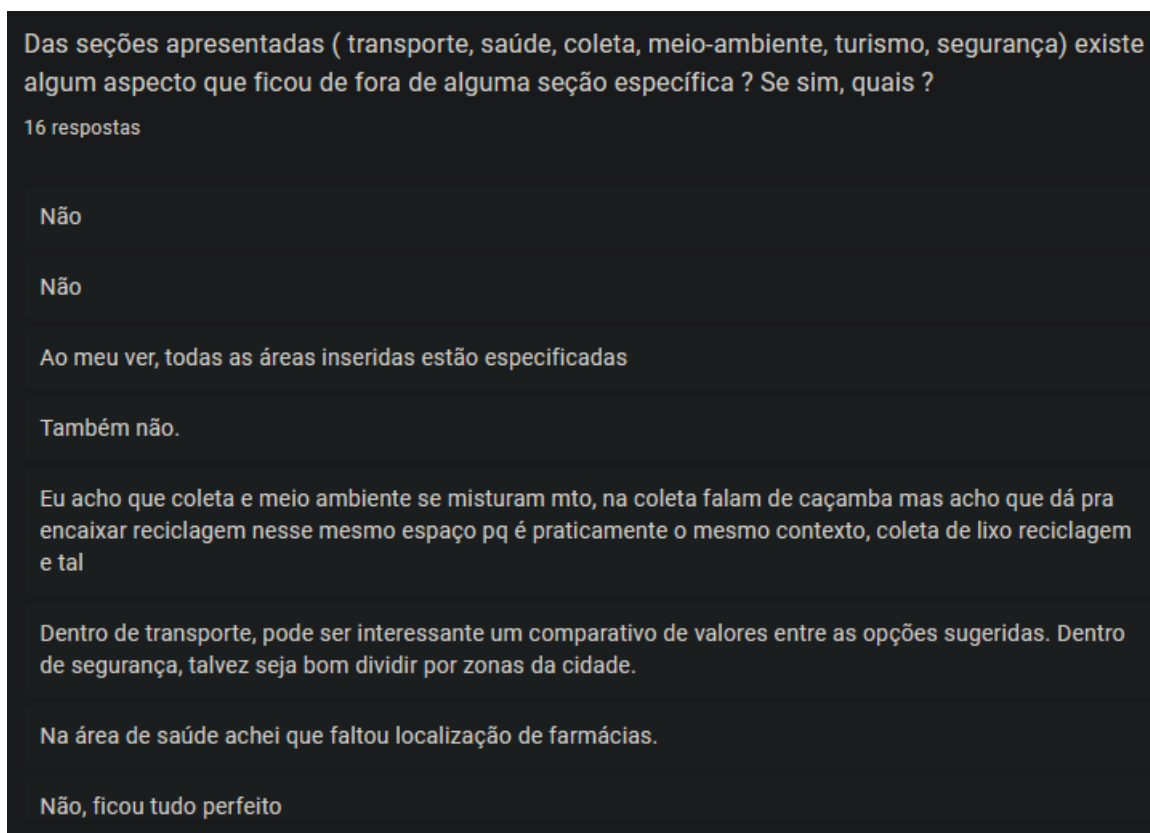


Figura 42 – Pergunta sobre se há falta de funcionalidade nas sessões propostas

Das seções apresentadas (transporte, saúde, coleta, meio-ambiente, turismo, segurança) existe algum aspecto que ficou de fora de alguma seção específica ? Se sim, quais ?

16 respostas

Na área de saúde achei que faltou localização de farmácias.

Não, ficou tudo perfeito

na parte de coleta seria interessante a opção de reportar lixo pra ser coletado e na parte de turismo e lazer, apesar de não estar feita, seria legal uma lista dos pontos turísticos, trilhas, hotéis, restaurantes, casas de festa e espetáculos e até guias locais cadastrados pra ajudar no trabalho deles.

Uma sugestão pra parte do turismo, que ainda não está desenvolvida. Pode ter uma seção para consultar lugares para ir, por categoria. Tipo, cachoeiras, parques, trilhas, etc. E aí mostrar informações sobre o local, fotos, inclusive ter a opção do usuário adicionar informações sobre os locais. Também pode integrar essa parte com a parte de transporte, mostrando as rotas para se chegar no local selecionado

Mostrar postos próximos e emergências, não apenas a lotação ou horários e uma parte voltada para alimentação, restaurante veganos, vegetarianos ou de comida orgânica

Poderia apresentar o horário de funcionamento dos postos de saúde também

Figura 43 – Sugestões para o aplicativo

Você gostaria de fazer algum outro comentário a respeito do protótipo ? Ou da proposta ?

14 respostas

Não

Proposta muito interessante, totalmente necessário para melhora da sociedade!

Gostei muito da proposta. Inclusive, na seção de transportes, o governo estadual está desenvolvendo uma plataforma que recolherá todos esses dados (rotas, preços das tarifas e ocorrências). Ficará pronta a partir de Novembro, se não me engano.

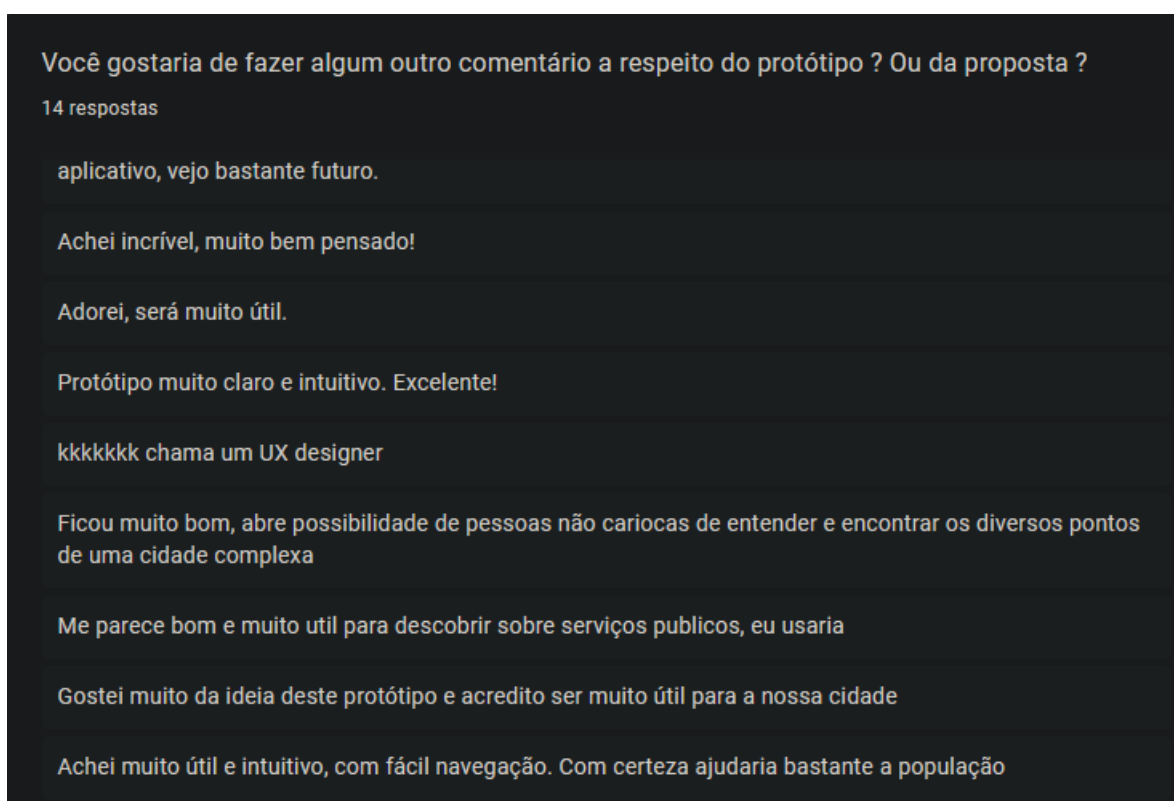
Gostei, faltou acento no saúde

Colocar formas de denunciar os problemas pode ser interessante. No caso de coleta, ter o telefone da concessionária responsável por exemplo

Proposta muito interessante, um mix de aplicativos que existem para seções específicas em apenas um aplicativo, vejo bastante futuro.

Achei incrível, muito bem pensado!

Figura 44 – Sugestões para o aplicativo



APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE PESQUISA

Figura 45 – Pergunta sobre a região em que mora

Em qual região do Rio você mora ? *

- Zona sul
- Zona norte
- Zona oeste
- Centro
- Moro em uma cidade vizinha (Baixada, Niterói, São Gonçalo etc)

Figura 46 – Perguntas sobre o transporte público

⋮

Com que frequência você usa o transporte público ? *

Todos os dias

Alguns dias

Raramente

Nunca uso

Quais meios de transporte você utiliza ?

Ônibus

Metro

Trem

Barcas

VLT

BRT

Com que frequência você relata problemas nos transportes ? *

Nunca

Poucas vezes

As vezes

Sempre

Figura 47 – Perguntas sobre o transporte público

Se há relato, por quais canais de comunicação você o faz ?

- Redes sociais (Twitter, Instagram, Facebook etc..)
- Canais oficiais das empresas de transporte.
- Grupos de amigos em aplicativos de mensagem (Whatsapp, Telegram etc..)
- Outros...

Você sente a necessidade de consultar e/ou disponibilizar informação a respeito de atrasos, *
acidentes ou localização dos meios de transporte ?

- Sim
- Não

Se sim, por qual canal você realiza essa consulta ou disponibilidade ?

- Redes sociais (Twitter, Instagram, Facebook etc..)
- Canais oficiais das empresas de transporte.
- Grupos de amigos em aplicativos de mensagem (Whatsapp, Telegram etc..)
- Outros...

Figura 48 – Pergunta sobre o setor de saúde

De que maneira você consulta informações sobre um posto de saúde? (lotação, disponibilidade de médicos e medicamentos, disponibilidade de vacinas, e outros)

- Redes sociais (Twitter, Instagram, Facebook, etc)
- Amigos, vizinhança
- Aplicativos de mensagem
- Site da prefeitura
- Outros...

Figura 49 – Perguntas sobre segurança pública

De que maneira você consulta a incidência de crimes de um local antes de visitá-lo ?

- Redes sociais (Twitter, Instagram, Facebook, etc)
- Aplicativos de mensagem (Whatsapp, Telegram etc..)
- Notícias recentes
- Sites governamentais

Você sente a necessidade de reportar incidentes de segurança que você presencia ou ouve falar a respeito ? *

- Sim
- Não

Se sim, por quais canais o faz ?

- Redes sociais (Twitter, Instagram, Facebook, etc)
- Aplicativos de mensagem (Whatsapp, Telegram etc..)
- Outros...

Figura 50 – Pergunta sobre áreas faltantes no trabalho

⋮

Quais outros setores da cidade você sente falta de ferramentas tecnológicas mais adequadas para consultas ou reclamações/sugestões ?

- Educação
- Lazer
- Meio Ambiente
- Turismo
- Outros...

APÊNDICE E – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS TELAS

Figura 51 – Pergunta sobre a usabilidade da proposta

Qual foi a sua impressão em relação a usabilidade do aplicativo ? *

- Simples, consigo entender do que se trata cada seção e cada botão
- Complexa, entendi algumas partes mas levei um tempo
- Difícil, não entendi do que se trata

Figura 52 – Pergunta sobre a clareza da proposta

O aplicativo apresenta de forma clara a proposta descrita ? *

- Sim, consigo ver que a proposta tem atuação na cidade do Rio
- Um pouco, apesar de ter algumas aplicações, outras ficaram de fora e algumas não são necessárias
- Não, não vejo aplicabilidade da proposta.

Figura 53 – Pergunta sobre alguma área faltante no prototipo

Das seções apresentadas (transporte, saúde, coleta, meio-ambiente, turismo, segurança) existe algum aspecto que ficou de fora de alguma seção específica ? Se sim, quais ?

Texto de resposta longa
.....