

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - UERN
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – FANAT
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA – DI
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

LEONARDO BANDEIRA DE LUCENA

**REPORTE CIDADÃO: UM APLICATIVO HÍBRIDO PARA O RELATO E
ACOMPANHAMENTO DE PROBLEMAS URBANOS**

MOSSORÓ - RN

2019

LEONARDO BANDEIRA DE LUCENA

**REPORTE CIDADÃO: UM APLICATIVO HÍBRIDO PARA O RELATO E
ACOMPANHAMENTO DE PROBLEMAS URBANOS**

Monografia apresentada à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como um dos pré-requisitos para obtenção do grau de bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Dr. Sebastião Emidio Alves Filho.

MOSSORÓ - RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

B214r Bandeira de Lucena, Leonardo
 Reporte Cidadão: Um Aplicativo Híbrido para o Relato
 e Acompanhamento de Problemas Urbanos. / Leonardo
 Bandeira de Lucena. - Mossoró, 2019.
 73p.

Orientador(a): Prof. Dr. Sebastião Emidio Alves Filho.
 Monografia (Graduação em Ciência da Computação).
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

1. Aplicações Híbridas. 2. Problemas Urbanos. 3.
Ferramentas de Governança. I. Alves Filho, Sebastião
Emidio. II. Universidade do Estado do Rio Grande do
Norte. III. Título.

LEONARDO BANDEIRA DE LUCENA

**REPORTE CIDADÃO: UM APLICATIVO HÍBRIDO PARA O
RELATO E ACOMPANHAMENTO DE PROBLEMAS URBANOS**

Monografia apresentada à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como um dos pré-requisitos para obtenção do grau de bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Dr. Sebastião Emidio Alves Filho.

Aprovado em 07 de maio de 2019.

DR. SEBASTIÃO EMIDIO ALVEZ FILHO

Dr. Sebastião Emidio Alves Filho

Dr. Maximiliano Araujo da Silva Lopes

Dr. Maximiliano Araujo da Silva Lopes

Dr. Rommel Wladimir de Lima

Dr. Rommel Wladimir de Lima

Aos meus pais e irmãos.

Agradecimentos

Em primeira instância, agradeço a Deus, sem Ele nada disto poderia ter ocorrido, na verdade, nem existiria.

Agradeço aos meus Pais, obrigado pelo incentivo, apoio e confiança dados a mim durante todos esses anos da graduação. Quero enfatizar que vocês são essenciais para a minha formação, não apenas acadêmica, mas também pessoal. Agradeço aos meus Irmãos, obrigado pelo apoio de vocês.

Agradeço aos meus amigos, obrigado por compartilharem esses últimos anos de experiências e aventuras comigo não apenas dentro da faculdade mas também fora dela.

Desejo prestar os meus agradecimentos a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e ao Programa de Educação Tutorial em Ciência da Computação (PETCC).

Agradeço aos docentes do Departamento de Informática (DI), quero dizer que sou grato pela contribuição dada a minha formação. Em especial, quero citar o professor Rommel Wladimir de Lima, um profissional que admiro e que foi meu tutor durante a minha passagem no PETCC, obrigado pelas oportunidades.

Agradeço ao professor Sebastião Emidio Alves Filho, meu orientador neste trabalho, obrigado pelas orientações e confiança. Quero destacar meus agradecimentos a Alexandra Ferreira Gomes, obrigado pelos conselhos e apoio professora. Gostaria de agradecer ainda ao professor Maximiliano Araújo da Silva Lopes, obrigado por aceitar compor a minha banca avaliadora.

Enfim, agradeço à todos que contribuíram de alguma forma para a minha formação e crescimento.

“Somos todos pessoas diferentes através de nossa vida. E isso é bom, temos que continuar andando, desde que você se lembre de todas as pessoas que já foi”.

(Doctor Who)

Resumo

Fatores como o êxodo rural, do desenvolvimento da indústria e do crescimento desordenado contribuíram para que as cidades passassem a apresentar graves problemas em suas estruturas urbanas. Como se não bastasse, o planejamento inadequado e as transformações ocorridas nas áreas urbanas ao longo do tempo geraram grandes impactos na vida dos munícipes. Em decorrência do desenvolvimento e popularização das tecnologias de informação e comunicação as cidades passaram a incorporar abordagens tecnológicas as suas soluções. Por conseguinte, soluções mais eficientes e rápidas passaram a ser tomadas, reduzindo o impacto do crescimento acelerado na vida dos cidadãos. Logo, as cidades passaram a integrar os seus serviços aos meios digitais e a fornecer plataformas de comunicação, seja ela uma ouvidoria por telefone ou um aplicativo celular. Este trabalho apresenta o Reporte Cidadão, uma ferramenta de governança que auxilia o cidadão a relatar os problemas urbanos encontrados em seu dia a dia. Com o aplicativo os responsáveis por resolver tais problemas poderão tomar providências adequadas a real situação do mesmo, uma vez que as informações disponíveis no relato serão precisas, reais e atuais. O *software* foi implementado com a linguagem de programação *JavaScript* e com a plataforma de desenvolvimento *Node.js*. Os *frameworks* *Ionic* e *Apache Cordova*, que trabalham sobre o *Node.js*, foram as principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento do projeto. Este trabalho resultou em uma aplicação híbrida, que pode ser acessada via *web* e instalada em plataformas *mobile distintas* para relatar problemas urbanos aos gestores. Por meio de teste de usabilidade a aplicação desenvolvida apresentou uma boa aceitação e avaliação das suas interfaces, junto a um baixo tempo de reporte.

Palavras-chave: Aplicações Híbridas, Problemas Urbanos, Ferramentas de Governança.

Abstract

Factors such as rural exodus, industrial development, and disorderly growth have contributed to cities experiencing serious problems in their urban structures. As if it were not enough the improper planning and the transformations in urban areas over time generate major impacts on the lives of citizens. As a result of the development and popularization of information and communication technologies, the cities began to incorporate technological approaches to their solutions. Pursuant to, more efficient and faster solutions started to be taken, reducing impacts of accelerated growth on citizens lives. Soon, the cities began to integrate their services to digital media and provide communication platforms, be it an ombudsman by phone or a mobile application. This work presents the Reporte Cidadão, a governance tool that helps the citizen to report the urban problems found on his daily life. With the application, those responsible for solving such problems can take appropriate measures to the real situation related, since the information available in the report will be accurate, real and current. The software has been implemented with JavaScript programming language and with the Node.js development platform. The Ionic and Apache Cordova frameworks, which work on Node.js, were the main technologies used in the development of the project. This work resulted in a hybrid application which can be accessed via the web and installed on different mobile platforms to report urban problems to managers. Through a usability test the developed application presented a good acceptance and evaluation of its interfaces, together with a low reporting time.

Keywords: Hybrid Application, Urban Problems, Governance Tool.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Inversão da População Rural e Urbana.	18
Figura 2 – Características “Inteligentes” e seus respectivos fatores.	23
Figura 3 – Características analisadas.	40
Figura 4 – Comparativo entre Aplicações.	41
Figura 5 – Diagrama de Casos de Uso - Interface do Cidadão.	42
Figura 6 – Diagrama de Casos de Uso - Interface do Gestor.	45
Figura 7 – Diagrama de Máquina de Estados - Cadastro e/ou <i>Login</i> no sistema.	48
Figura 8 – Diagrama de Máquina de Estados - <i>Home</i>	49
Figura 9 – Diagrama de Máquina de Estados - Perfil.	50
Figura 10 – Diagrama de Máquina de Estados - Realizar Reporte.	51
Figura 11 – Diagrama de Máquina de Estados - Listagem de reportes.	52
Figura 12 – Comunicação de um Cliente com a API <i>Urb</i>	53
Figura 13 – Reporte Cidadão em Interfaces <i>Mobile</i>	54
Figura 14 – Reporte Cidadão em Interface <i>Web</i>	55
Figura 15 – Introdução.	56
Figura 16 – Cadastro e <i>Login</i>	56
Figura 17 – <i>Home</i> e Menu.	57
Figura 18 – Reporte, Digitar e Mapa.	58
Figura 19 – Fazer Reporte.	59
Figura 20 – Reportes Próximos, <i>Modal</i> de Complementar, Complementar Reporte.	59
Figura 21 – Meus Reportes, Reportes Complementados, Ver Reporte.	60
Figura 22 – Estatísticas e Meus Dados.	61

Lista de tabelas

Tabela 1 – Definições de Cidade Inteligente.	22
Tabela 2 – Classes de Código de <i>Status</i> HTTP e suas descrição.	28
Tabela 3 – REST e os verbos HTTP.	28
Tabela 4 – Ferramentas de desenvolvimento.	30
Tabela 5 – Questões de Usabilidade do Questionário.	63

Lista de abreviaturas e siglas

API	<i>Application Programming Interface</i>
CLI	<i>Command Line Interface</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DI	Departamento de Informática
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LORDI	Laboratório de Redes e Sistemas Distribuídos
NPM	<i>Node Package Manager</i>
PETCC	Programa de Educação Tutorial em Ciência da Computação
REST	<i>Representational State Transfer</i>
RFC	<i>Request for Comments</i>
SASS	<i>Syntactically Awesome Stylesheets</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SPA	<i>Single Page Application</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UERN	Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
URI	Interface de Acesso Uniforme
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Motivação	13
1.2	Objetivos	15
1.3	Justificativa	15
1.4	Metodologia	16
1.5	Estrutura do Trabalho	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Problemas Urbanos	18
2.2	Cidades Inteligentes	20
2.2.1	<i>Smart Citizen</i>	24
2.2.2	<i>Smart Governance</i>	25
3	TECNOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO HÍBRIDO	27
3.1	<i>Representational State Transfer</i>	27
3.2	<i>Node.js</i>	29
3.3	<i>Apache Cordova e Ionic Framework</i>	30
3.4	<i>API Google Maps</i>	33
3.5	<i>API Urb</i>	33
4	REPORTE CIDADÃO	34
4.1	Visão Geral	34
4.2	Trabalhos Relacionados	35
4.2.1	Comparação entre Aplicações	38
4.3	Modelagem do Reporte Cidadão	41
4.3.1	Diagramas de Casos de Uso	42
4.3.2	Diagramas de Máquina de Estados	47
5	IMPLEMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO	53
5.1	Reporte Cidadão - Interface Cidadão	54
5.2	Validação	61
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
6.1	Trabalhos Futuros	65
	REFERÊNCIAS	66

1 Introdução

O desenvolvimento da indústria tornou as cidades mais atrativas, tanto em decorrência do elevado número de empregos no setor industrial e nas áreas comerciais quanto em relação a prestação de serviços. O crescimento urbano no Brasil, também foi intensificado na segunda metade do século XX, quando foi observado o êxodo rural. Com o inchaço dos centros urbanos e falta de planejamento do mesmo, problemas como falta de moradia e segurança pública passaram a ser agravantes da qualidade de vida dos munícipes. (FONSECA, 2017).

Essas estruturas urbanas, criadas até então, são em partes segregadas, dispersas e apresentam grandes perdas para o funcionamento de serviços como: distribuição de água, energia elétrica e serviços públicos como os transportes coletivos. (PASSOS et al., 2017). Segundo Ugeda Júnior (2016, p. 102), “o processo de urbanização gera impactos tanto ambientais como sociais, entretanto, esses impactos podem ser evitados ou ao menos minimizados mediante a um processo eficaz de planejamento urbano”, que visa melhorar a prestação de serviços e prever possíveis problemas ao longo do desenvolvimento da cidade.

Moura (2017, p. 42), define planejamento urbano como “a formulação de alternativas para o assentamento urbano, o uso racional dos recursos para aliviar os problemas urbanos e provisão da estrutura física e social da cidade, assim como transportes, áreas comunitárias e serviços”. O rápido crescimento das cidades evidenciou os problemas de infraestrutura, sistemas de apoio e serviços da cidade revelando déficits e inadequações do planejamento a frente da nova realidade populacional urbana.

Segundo Ugeda Júnior (2016), o planejamento inadequado gera o afastamento do crescimento urbano, da qualidade ambiental e da vida dos cidadãos. Uma forma de evitar os males gerados pela urbanização é instrumentalizar toda a metodologia necessária para alcançar o desenvolvimento ordenado e sustentável da cidade, para esse fim deve-se utilizar um planejamento proativo.

1.1 Motivação

O planejamento das cidades e as formas que elas assumem com o passar do tempo causam um grande impacto na vida dos munícipes. Mesmo pequenos impasses cotidianos podem transformar-se em problemas para a população se não forem tomadas as devidas medidas. Devido à globalização, informatização, elevação do número de veículos e cidadãos ocorre a realocação de atividades de comércio e serviços para regiões periféricas. Por conseguinte, as cidades precisam de soluções rápidas que amenizam o impacto do desenvol-

vimento acelerado que muitas vezes também é desorganizado. (ALMEIDA; GIACOMINI; BORTOLUZZI, 2013).

Cidades em todo o mundo passaram a procurar soluções que permitam interatividade e melhorias nos serviços urbanos de forma a possibilitar efeitos positivos à longo prazo na economia. Muitas dessas novas abordagens têm se baseado no uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Essas trazem o termo Cidades Inteligentes ou *Smart Cities* em seus projetos. (SANTANA et al., 2017).

Os ambientes urbanos passaram a visar e se preocupar com a criação de espaços mais agradáveis e sustentáveis para prover uma melhor qualidade de vida aos munícipes. A parceria dos órgãos públicas junto a tecnologia criou uma nova forma de participação civil. Essa participação digital, *E-participation*, transcende e se sobressai sobre as outras formas de interação no contexto de modificação e atualização urbana. Agências governamentais passaram a oferecer programas para *E-participation*, como ouvidorias e aplicativos. Esses melhoraram a transparência das atividades desenvolvidas e tornaram a comunicação bidirecional entre cidadão e gestores. Por meio da adição das ferramentas de governança a atuação da gestão passa a ter subsídios que permitem a celeridade na buscas por soluções aos problemas urbanos. (KIM; LEE, 2012; ALMEIDA; GIACOMINI; BORTOLUZZI, 2013; LEE; OH, 2018; ISMAGILOVA et al., 2019).

Esse conceito vem ganhando mais espaço e notoriedade nos círculos acadêmicos, industriais e governamentais. Pois, enquanto a população urbana cresce, a infraestrutura e os recursos necessários para apoiar os munícipes tornam-se insuficientes, o que leva os serviços a serem sucateados e degradados. TICs oferecem ferramentas que auxiliam a reduzir esse problema, ajudando no planejamento e uso sustentável dos recursos e serviços, adicionando melhoria e proatividade na vida dos cidadãos. (SANTANA et al., 2017).

Segundo Weiss (2019, p. 169), as Cidade Inteligentes contemplam “melhores condições de vida para as pessoas, de operação para as empresas e novos e melhores instrumentos de governança para o poder público”. Porém, essas abordagens não limitam-se a aplicações voltadas apenas para ambientes urbanos, podem ser desenvolvidas em qualquer ambiente que visa atingir melhores resultados em qualidade de vida, produção e uso sustentável de recursos. Este trabalho se insere no âmbito governamental, onde as TICs passaram a buscar formas de desenvolver a comunicação entre gestores e cidadãos. Essas novas abordagens tecnológicas estimulam progressivamente a participação do munícipe nos processos de modificação das cidades, e ainda auxiliam os gestores a tornarem os processos e atividades desenvolvidas cada vez mais transparentes. Em virtude aos fatores específicos observados para as cidades escolhidas neste trabalho foi veiculada a possibilidade do desenvolvimento de uma aplicação que atende-se as lacunas presentes no cenário urbano.

1.2 Objetivos

Frente ao contexto explanado, o presente trabalho apresenta o Reporte Cidadão, uma ferramenta que facilita a comunicação e contribui com a forma de relatar os problemas urbanos aos responsáveis, estreitando assim a distância entre cidadão e gestor. Através do aplicativo, o usuário pode criar uma solicitação para os problemas urbanos encontrados em sua cidade, além de ser capaz de interagir e contribuir com problemas já relatados. O aplicativo busca centralizar e padronizar as informações utilizadas para fazer os relatos, criando uma uniformização dos dados enviados ao gestor responsável. Dessa forma os mesmos podem tomar decisões para resolver os problemas relatados.

Mediante o desenvolvimento deste trabalho, os seguintes objetivos específicos foram traçados com a finalidade de melhor atender ao objetivo geral. São eles:

- Fazer um levantamento dos meios de reporte e registro de problemas urbanos, utilizados por órgãos responsáveis por consertar e gerenciar esses problemas;
- Desenvolver uma aplicação multiplataforma (híbrida), que permita ao usuário registrar a localização e apresentar detalhes dos problemas urbanos por meio de um formulário interativo e intuitivo;
- Construir um módulo *web* para gerenciamento dos problemas urbanos.
- Utilizar um modelo arquitetural de serviços distribuídos para consumir serviços, utilizando recursos de registro e ferramentas de gerenciamento;
- Testar as aplicações usando mapas de um ambiente real.

1.3 Justificativa

Diferentes órgãos competentes trabalham com maneiras distintas na realização no registro dos relatos, dando enfoque em características específicas e ignorando outras. Alguns utilizam meios de comunicação dispendiosos, e às vezes, onerosos aos cidadãos como ouvidorias por telefone e formulários em prédios e secretarias nas cidades. Para reduzir esses gastos e inconvenientes este trabalho traz uma abordagem voltada a uniformização dos relatos urbanos.

Este aplicativo visa facilitar a comunicação do cidadão com os órgãos responsáveis através de um formulário com uma abordagem padronizada, uma vez que esses são criados de diferentes maneiras e tratados de várias formas pelos órgãos competentes. Esse caracteriza os relatos genericamente e apresenta formas de acompanhar as informações disponibilizadas pelos cidadãos. Essas funcionalidades são direcionadas ao usuário reportante, possibilitando-o acompanhar as medidas tomadas pelo responsável em relação ao relato.

Ainda, dentro do projeto ferramentas que buscam reduzir o trabalho do cidadão no processo de realizar o reporte podem ser encontradas. Um exemplo, são as categorias gerais que podem ser especificadas durante a formulação do reporte, dessa forma o cidadão poderá realizar o reporte de forma ágil. Outra ferramenta presente no projeto viabiliza verificar reportes próximos a localização corrente do cidadão. Desse modo, é possível acompanhar os relatos adjacentes a essa localização e até mesmo verificar a autenticidade do mesmo, além de facilitar à adição de mais informações sobre o problema.

Em decorrência da interação do munícipe com os problemas próximos é gerada pela proposta uma estrutura colaborativa. Em resumo, o aplicativo incentiva a *E-participation* com a participação colaborativa na formulação e caracterização dos reportes já que a possibilita adicionar informações em relatos feitos por outros cidadãos. Salienta-se que o aplicativo publicita os problemas urbanos da cidade, pois esses podem ser vistos por todo o munícipe que possua a ferramenta instalada em seu *smartphone* ou pela *web*. Logo esse estende a visibilidade dos problemas urbanos da cidade e contribui com o planejamento urbano.

1.4 Metodologia

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho compreende um estudo sobre os problemas urbanos, onde buscou-se compreender os impactos que o processo de urbanização inflige as cidades. Além disso, os conceitos de Cidades Inteligentes foram estudados visando encontrar formas de reduzir a influência desse processo na qualidade de vida dos cidadãos e na gestão da cidade. Adiciona-se a esses estudos um comparativo entre ferramentas disponíveis no mercado que têm em vista fornecer as mesmas soluções que a proposta deste trabalho. Após isso foi feito o levantamento e análise de requisitos que gerou uma documentação.

Para a implementação da proposta descrita neste trabalho foi realizado um estudo sobre tecnologias de desenvolvimento para aplicações híbridas. Junto a essas, pesquisas sobre arquiteturas de comunicação que oferecem serviços distribuídos foram estudadas. Além disso, baseado na técnica *Userbility* proposta no trabalho de Costa et al. (2016) procurou-se validar a ferramenta desenvolvida com um teste de usabilidade.

1.5 Estrutura do Trabalho

Para uma melhor organização e entendimento, esta monografia além da Introdução apresentada cinco outras seções organizadas da seguinte forma:

- A Seção 2, Referencial Teórico, traz em seu escopo uma revisão sobre os conceitos de Problemas Urbanos e Cidades Inteligentes;

- A Seção 3, Tecnologias de Desenvolvimento Híbrido, apresenta o modelo arquitetural *Representational State Transfer* (REST) e o protocolo de *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Ainda traz uma curta revisão de literatura sobre as tecnologias utilizadas para a implementação do projeto desenvolvido;
- A Seção 4, Reporte Cidadão, apresenta uma visão geral sobre a proposta desenvolvida e um estudo de caso sobre propostas similares a aplicação proposta. Em seguida traz a modelagem do sistema proposto e os diagramas do mesmo;
- A Seção 5, Implementação e Validação, apresenta o resultado deste trabalho e logo em seguida expõe os dados sobre o teste de usabilidade realizado para a validação da aplicação desenvolvida;
- A Seção 6, Considerações Finais, aborda as considerações finais sobre o projeto implementado e as suas perspectivas futuras.

2 Referencial Teórico

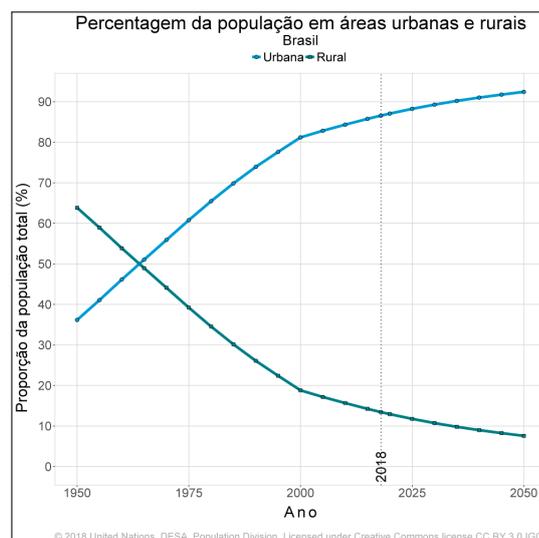
Esta seção tem como objetivo apresentar o referencial teórico no qual o presente trabalho está fundamentado. Disserta sobre os conceitos teóricos que caracterizam os Problemas Urbanos e sobre o surgimento das Cidades Inteligentes ou *Smart Cities*, fazendo um levantamento desde a sua definição até os conceitos de *Smart Citizen* e *Smart Governance*.

2.1 Problemas Urbanos

A população urbana mundial em 1950 cresceu rapidamente de 751 milhões para 4,2 bilhões em 2018. No mesmo ano, estipulava-se que 55% da população mundial vivia em zonas urbanas e projeções para 2050 esperam que esse número evolua para 68%. (ONU, 2018a).

Na década de 1960, o Brasil passou a intensificar e investir na indústria, logo os sistemas de transportes, telecomunicações, energia e infraestrutura mais eficientes e modernos foram desenvolvidos e implementados. Além do processo de industrialização, aliado a outros diversos fatores a população residente das áreas rurais passou a migrar para os meios urbanos, gerando uma inversão da população rural e urbana. Esse fenômeno é designado como êxodo rural, e pode ser observado na Figura 1. Ainda nos últimos anos o país assistiu o crescimento do setor de serviços. (FGV, 2015).

Figura 1 – Inversão da População Rural e Urbana.



Fonte – Adaptado de ONU (2018b).

Temos em Carvalho et al. (2018, p. 57), "O desenvolvimento acelerado das cidades traz consigo não só benefícios, mas também uma série de problemas relacionados com o crescimento acelerado e não planejado das áreas urbanas". Nóbrega et al. (2013), complementam afirmando que o inchaço das cidades e a falta de infraestrutura planejada gera transtornos à população urbana, pois essas carecem de um planejamento que ofereça suporte ao aumento populacional promovido pelo êxodo rural.

A acessibilidade e usabilidade dos sistemas de tráfego, infraestrutura e prestação de serviços são diferentes até mesmo em bairros de uma mesma cidade. Dentre os desafios trazidos pela urbanização são inúmeros os problemas relacionados às políticas públicas, à gestão e à organização dos municípios. Dentre eles a busca por empregos, moradia e serviços públicos nos grandes centros urbanos ou nas cidades médias e pequenas. (NAM; PARDO, 2011; HONDA et al., 2017).

Para normalizar as estruturas urbanas, garantir e assegurar a gestão eficiente cada cidade possui uma Lei Orgânica Municipal. Além disso, foi criado o Estatuto da Cidade que visa assegurar o planejamento apropriado das políticas urbanas com instrumentos hábeis ao desenvolvimento sustentável do meio urbano. Sendo esse de forma participativa e direcionado as políticas e aos anseios sociais. (REIS; VENÂNCIO, 2016).

O Estatuto da Cidade denota a Lei Federativa 10.257 de 10 de julho de 2001 e regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal. Em suas diretrizes gerais "estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental" (BRASIL, 2001). Entretanto, ainda há inércia de atitudes e defesas do espaço urbano por parte das ações públicas frente a globalização e os problemas vistos. (DINIZ, 2011).

O Município, com base no artigo 182 e no princípio da preponderância do interesse, é o principal ente federativo responsável em promover a política urbana de modo a ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, de garantir o bem-estar de seus habitantes e de garantir que a propriedade urbana cumpra sua função social, de acordo com os critérios e instrumentos estabelecidos no Plano Diretor, definido constitucionalmente como o instrumento básico da política urbana (ROLNIK; SAULE JÚNIOR, 2001, p. 28).

Devido a problemas no seu planejamento, algumas cidades apresentam problemas como: ocupação irregular de territórios, falta de saneamento básico, carência de infraestrutura urbana, mobilidade ineficiente, poluição. (FGV, 2015). Frente a problemas urbanos como os mencionados, e vários outros, teóricos e pesquisadores passaram a pensar em maneiras de reduzi-los. Na literatura emergiu o conceito de Cidades Inteligentes ou *Smart Cities*, que denotam ambientes urbanos que atendem e promovem a qualidade de vida dos

cidadãos com investimentos em infraestrutura e desenvolvimento planejado. (CÂMARA et al., 2016).

2.2 Cidades Inteligentes

O crescimento populacional acelera e intensifica o desenvolvimento dos perímetros urbanos. Nesse sentido, para evitar que o processo de urbanização se torne uma crise é necessário gerir e operar as cidades e seus recursos com abordagens mais inteligentes. Uma vez que os problemas encontrados nesse processo são de origem social, político e organizacional as soluções utilizadas refletem as ponderações da administração, política e tecnologia. O significado de inteligente não refere-se apenas ao uso de TICs no contexto metropolitano, mas também traz consigo preocupações a respeito das políticas de organização e gestão da cidade. (NAM; PARDO, 2011).

Dentro dessas abordagens a cidade passa a ser comportar como um organismo informacional, que fornece informações para todos sobre suas condições. Esse processo inteligente pode servir a empresas, governos e cidadãos em tomadas de decisão, tornando as atividades urbanas eficientes e sustentáveis. Projetos com foco em tornar a economia, a mobilidade urbana, o meio ambiente, os cidadãos e o governo mais inteligentes são os principais alvos das Cidades Inteligentes. (LEMOS, 2013).

O fenômeno das Cidades Inteligentes vem se tornando essencial no processo de transformação dos centros urbanos. Estes passam a ser ambientes eficientes, onde é possível encontrar uma boa qualidade de vida e gestão de recursos através de processos participativos. As abordagens que tratam dos problemas urbanos passam a visar sustentabilidade e participação da população na construção, desenvolvimento e manutenção da cidade. (ANDRADE; GALVÃO, 2016) .

Segundo Nam e Pardo (2011, tradução nossa), “A inovação da cidade inteligente ocorre em infraestruturas e processos para realizar visões”. Logo, as TICs são fundamentais para a implementação dessas estruturas inteligentes. Em decorrência da amplitude do conceito de Cidade Inteligente, pode-se enxergá-la como um sistema orgânico que conecta sistemas, subsistemas e componentes a diferentes serviços e atividades urbanas produzindo um efeito efetivo na utilização de recursos e administração urbana. (CHOURABI et al., 2012).

Alguns autores defendem que a adoção da tecnologia no contexto urbano é o que torna as Cidades Inteligentes, outros trazem dimensões, como governança, economia, mobilidade e sustentabilidade, para caracterizar as cidades. Todavia, espera-se que essas definições discorram sobre a melhoria dos serviços urbanos prestados aos cidadãos, aumentando da qualidade de vida da população. (BACHENDORF et al., 2018).

Embora regularmente usada a expressão “Cidade Inteligente”, essa ainda não é um conceito claro e preciso, tanto dentro dos ambientes acadêmicos como no mercado profissional. Uma grande variedade de conceitos e definições são geradas pela modificação da palavra inteligente por adjetivos, como digital, e são amplamente difundidas e utilizadas. (CHOURABI et al., 2012).

Diversos autores contribuem para a construção do tema de Cidades Inteligentes, com novos padrões e métodos para avaliar e definir essas estruturas urbanas. Ainda são múltiplas as abordagens tomadas sobre o assunto, variando principalmente da perspectiva do autor. (BACHENDORF et al., 2018). Em meio a variedade de definições e conceitos a Tabela 1 traz algumas definições de Cidades Inteligentes nos últimos 10 anos.

Em vista as definições encontradas na literatura, pode-se corroborar com os autores afirmando que as Cidades Inteligentes são estruturas urbanas que investem em estruturas de tecnologia, visando a gestão de recursos e a melhoria da qualidade de vida da população. Através de ferramentas de governança e da extensão das experiências humanas no contexto de modificação das cidades.

Vários campos das TICs são empregados para se desenvolver as Cidades Inteligentes. Eles envolvem diferentes cenários tecnológicos, caminhando desde a análise de *Big Data* e Inteligência Artificial aos sensores de tecnologias de *Internet of Things* (IoT) a nanotecnologia. (ARROUB et al., 2016). Segundo Silva et al. (2013), as cidades apresentam características distintas, principalmente porque apresentam particularidades locais, financeiras, sociais e ambientais diferentes. Logo, abordagens inteligentes devem ser utilizadas para dotar o ambiente urbano com uma melhor qualidade de vida, desse modo alguns requisitos-chave devem ser cumpridos para atender e implementar as cidades inteligentes.

A transformação de uma cidade em Cidade Inteligente é complexa e multidimensional, pois afeta muitos aspectos operacionais da cidade, incluindo governo, infraestrutura, mobilidade, energia, meio ambiente e serviços. Além da complexidade que envolve os aspectos mencionados os objetivos iniciais podem variar com o tempo, à medida que os desenvolvedores e planejadores trabalham para alcançar melhores resultados. (SANTIS et al., 2014).

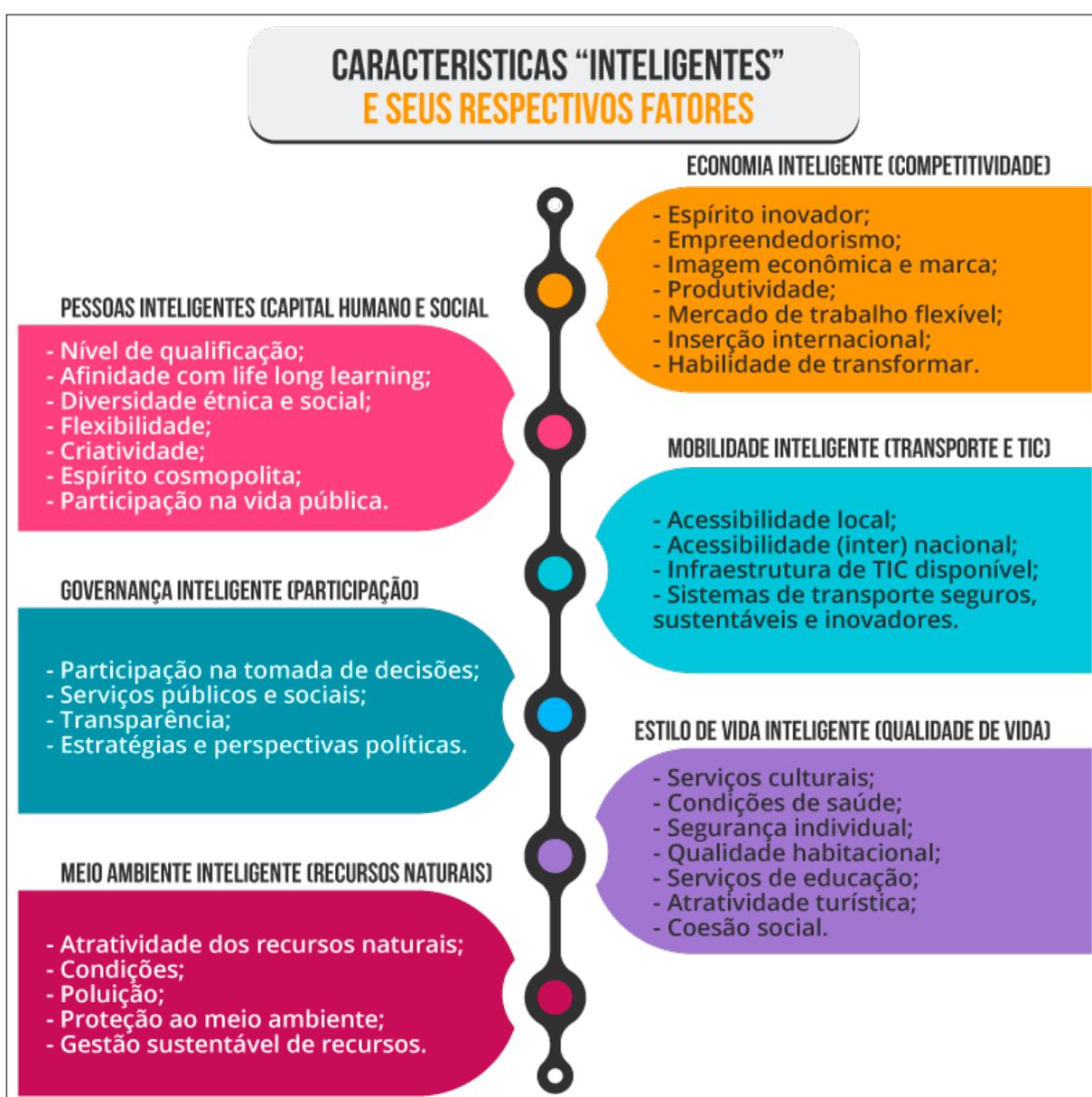
Muitos sistemas são planejados para contemplar necessidades específicas de diversas cidades e países ao redor do mundo. Porém, há a necessidade de verificar se de fato essas aplicações tornam as Cidades Inteligentes, logo indicadores para se medir o nível de Inteligência de uma cidade são empregados nessa área. (DIAS et al., 2018).

Tabela 1 – Definições de Cidade Inteligente.

AUTOR(ES)	DEFINIÇÃO
Kanter e Litow (2009)	São uma rede orgânica complexa que enfocam as conexões entre pessoas, criando uma estrutura humana vibrante que gera informações. Melhoram o cotidiano da população e a coleta de dados, permitindo a colaboração entre entidades e domínios.
Giffinger, Haindlmaier e Kramar (2010)	São cidades com alta qualidade de vida que podem ser classificadas por meio de seis características (economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida) que refletem a ampla variedade de fatores que descrevem as cidades de forma funcional.
Nam e Pardo (2011)	São cidades comprometidas com inovações em tecnologia, gerenciamento e política que implicam em oportunidades e riscos. Ainda são vistas como uma estrutura urbana que traz inovações não tecnológicas, porém substancialmente relacionada às TICs.
Chourabi et al. (2012)	São cidades que trabalham com a combinação de redes de telecomunicações, inteligência onipresente, sensores e <i>softwares</i> . Essa estrutura de TIC é fundamental para a melhora da qualidade de vida dos cidadãos, pois atua de forma eficaz na utilização e gestão dos recursos.
Anttiroiko, Valkama e Bailey (2014)	É um conceito que busca integrar novas tecnologias, sistemas sociais e preocupações ecológicas em perspectivas futuras, necessitando de abordagens interativas e/ou holísticas.
Kitchin (2014)	São cidades onde há análises de dados para entender, monitorar, regular e planejar as cidades, de forma a auxiliar a vida da população e as tomadas de decisões, fortalecendo ainda as visões alternativas para o fortalecimento da cidade.
Glasmeier e Christopherson (2015)	São ambientes urbanos que apresentam abordagens sobre dados públicos para resolver problemas discretos, como problema de gerenciamento e controle, focam em soluções tecnológicas e infraestruturas de TIC.
Cunha et al. (2016)	São cidades que se modificam para responder às transformações urbanas e digitais, utilizando tecnologias para prestação de serviços de forma eficiente, transformando a relação entre empresas, entidades locais e cidadãos.
Estevez, Lopes e Janowski (2016)	São cidades que empregam sistemas inteligentes e infraestruturas de TICs para melhorar o envolvimento da população e dos serviços (novos ou aprimorados) em uma infraestrutura urbana, desenvolvida em todas as dimensões: econômicas, sociais, ecológicas e políticas.
Santana et al. (2017)	São cidades que provêm suporte (social, comercial e tecnológico) para resolver os desafios da cidade, melhorando as experiências dos cidadãos com serviços públicos e privados integrados, acessíveis e sustentáveis.
Shahrour, Siano e Vergura (2018)	São cidades com um alto grau de integração tecnológica, porém atuam além do uso das TICs visando o melhor uso dos recursos. Englobam desde a administração da cidade até as interações sociais e econômicas desenvolvidas no ambiente urbano.

Segundo um estudo realizado por Giffinger e Gudrun (2010), existem 6 características “Inteligentes” relevantes para se caracterizar uma cidade como inteligente: economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e vida. Essas características podem ser fragmentadas em 31 fatores, que analisam diversos aspectos de cada característica inteligente. A Figura 2, traz a lista com as 6 características inteligentes definidas por Giffinger e Gudrun (2010), e seus respectivos fatores.

Figura 2 – Características “Inteligentes” e seus respectivos fatores.



Fonte – Adaptado de Giffinger e Gudrun (2010).

Para Garcia et al. (2016, p. 51), as Cidades Inteligentes passam a ser analisadas por meio do “resultado que apresentam em termos da melhoria da qualidade de vida dos

cidadãos que nelas vivem”. Ainda segundo esses autores, o benefício nesse tipo de projeto é perceptível, principalmente em relação a infraestrutura física da cidade, da qualificação dos serviços públicos prestados, do desenvolvimento econômico e das inovações presentes na área urbana, já que há investimentos no desenvolvimento desses recursos.

Esse novo modelo de estrutura urbana, faz alto uso dos sistemas de geolocalização, acesso, consumo e distribuição da informação em razão da popularização das tecnologias de computação distribuída e dos dispositivos de IoT. Junto a essas mudanças tem-se o conceito de *Smart Citizen*, no qual o cidadão passa a ser produtor de informação, dando base informacional para que empresas e governos possam gerir seus recursos de acordo com as demandas reais, provendo soluções para saúde, educação, gestão de resíduos, água, eficiência energética e infraestrutura de modo eficiente e adequado. (LEMOS, 2013; FELIX, 2018).

2.2.1 *Smart Citizen*

Dentro do avanço da *Internet* e do contexto das Cidades Inteligentes tem-se o aumento no fluxo de dados produzido por dispositivos móveis, como os *smartphones*. Esses proporcionam conexão constante e mobilidade ao seu usuário, permitindo o acesso contínuo de informações sobre as condições da cidade. O *Global Positioning System* (GPS), embutido nos recentes modelos de aparelhos possibilita posicionar os seus donos em relação aos demais elementos ao seu redor, dando ainda estimativas de tempo, rotas e localizações importantes próximas. (PRADO, 2014).

Projetos de Cidades Inteligentes visam promover um maior impacto na qualidade de vida dos cidadãos, tornando-os mais informados, educados e participativos. Além disso, permitem que uma maior participação da população na governança e gestão da cidade transformando os cidadãos em usuários ativos, tornando-os atores-chave no processo de modificação dos meios urbanos. Pessoas e suas comunidades requerem que as iniciativas inteligentes sejam sensíveis para equilibrarem as necessidades reais que a população necessita. (CHOURABI et al., 2012).

Temos em FGV (2015), que cidadãos ativos junto a políticas de dados abertos são peças-chave para o desenvolvimento das Cidades Inteligentes. Ainda segundo o autor:

O envolvimento ativo do cidadão na gestão da Smart City é de importância estratégica para garantir seu compromisso com a transformação e aproveitar seu conhecimento do contexto local. [...] A disponibilização de dados sobre serviços públicos e processos urbanos não só cria um ambiente de transparência, mas também permite ao cidadão criar estratégias e ferramentas inteligentes. (FGV, 2015, p. 150).

Dentros do contexto das Cidades Inteligentes, a informação é a base para a tomada de decisão, ela é o ponto médio entre as pessoas e os sistemas empregados nessas estruturas

urbanas. Com base nessas informações geradas pelos usuários ativos e suas comunidades a população poderá adquirir ou modificar hábitos e gerir seus recursos de forma eficiente, assim como as empresas e órgãos públicos poderão agir sobre problemas reais, identificados pelos usuário do sistema. (FELIX, 2018).

O termo Cidadão Inteligente ou *Smart Citizen* denota as pessoas que passam a produzir informações, já que os conhecimentos cotidianos passam contribuir com melhores percepções e soluções inovadoras para problemas no espaço onde vivem. Políticas de abertura de dados e estímulos ao cidadão são importantes para que ele passe a ver os celulares e as redes sociais como instrumentos de políticas para a atuação no desenvolvimento da cidade. Ferramentas inteligentes podem ajudar tanto o poder público na identificação de problemas em tempo real, quanto a população em dificuldades do seu cotidiano. (LEMONS, 2013).

A urbanização atende cada vez mais os conceitos de Cidades Inteligentes. Ainda corrobora e inova com as concepções de cidadania participativa. Logo, são incorporados novos processos econômicos e sociais a vida da população urbana, tornando a sociedade mais colaborativa e integrada. (CUNHA et al., 2016). Na esfera política, projetos de *E-Government* são desenvolvidos para melhorar a transparência e participação do cidadão na construção e modificação das cidades formando assim uma *Smart Governance*.

2.2.2 *Smart Governance*

A *Smart Governance* é uma forma avançada de *E-Governance* ou *E-Gov*, um instrumento de administração das funções do Estado que coletam, conectam e analisam grandes volumes de dados. Significa que várias partes interessadas estão juntas para tomada de decisão nos serviços públicos. Há também a implementação de escolhas políticas corretas que permitem o compartilhamento de informações geradas pela sociedade para tomadas de decisões transparentes, permitindo a colaboração e a melhoria dos serviços do governo. Essa infraestrutura compartilhada por diferentes órgãos públicos, utiliza as tecnologias da informação para melhorar a gestão pública e o atendimento ao cidadão, logo coloca-se ao alcance de todos e amplia a transparência dos seus serviços incrementando a participação cidadã. (ROVER, 2009; ALBINO; BERARDI; DANGELICO, 2015; KUMAR; MUSTAFA; GUPTA, 2017; SCHEDLER; GUENDUEZ; FRISCHKNECHT, 2019).

Temos em Santos, Bernardes e Rover (2012, p. 22), que “A absorção das TICs é um movimento que vem ganhando cada vez mais destaque, sendo incorporado pelos diversos setores, inclusive pelas estruturas governamentais”. Em países onde o desenvolvimento é emergente há o incentivo para o desenvolvimento de serviços *online* e infraestrutura de telecomunicações para equiparam-se aos países desenvolvidos. (CONEJO; MORAES, 2016). Essas novas perspectivas de serviços criam oportunidades e desafios para os governos urbanos. Entre eles incluem-se: integração de produtos com dispositivos com serviços e de-

compor serviços integrados em sistemas digitais e integrados. (ANTTIROIKO; VALKAMA; BAILEY, 2014).

Com vista à pouca coordenação entre as novas demandas sociais e formas de governo tradicionais, a invenção de novas formas de representação política emergem com a tarefa de impor urgência a realização de serviços urbanos demandados pela população. Como resposta a essas mudanças, o uso das ferramentas digitais com foco em governança e interação entre governo e cidadão, passaram a ser amplamente difundidas nos meios governamentais criando um espaço de ciberdemocracia profunda, a transparência do processo político eleva o compromisso direto e participativo do cidadão e melhora a qualidade das informações da opinião pública. (SANTOS; BERNARDES; MEZZARROBA, 2010; SANTOS et al., 2010).

Segundo a ONU (2014), novos contratos de governança estão surgindo para apoiar as novas formas de prestação de serviços de maneira generalizada e colaborativa onde os governos, cidadãos, e o setor privado trabalham juntos para inovar processos e alavancar novas tecnologias. Ao utilizar dados abertos os governos passam a analisar dados para melhor precisão dos seus serviços, melhor previsão e detecção de irregularidades nos contratos públicos. Essas mudanças agregam valores públicos a vida da população de modo inclusivo.

Ferramentas de *Smart Governance* buscam utilizar o potencial da *Internet* através de páginas *web* e aplicativos em *smartphone*. O próximo capítulo apresenta as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento de aplicações híbridas e o modelo arquitetural REST, utilizado comumente para a implementação de *web services*. Esses tornam os componentes e recursos desenvolvidos reutilizáveis e distribuídos.

3 Tecnologias de Desenvolvimento Híbrido

Dentre as técnicas de desenvolvimento *web* e das abordagens utilizadas no reuso de *software* em ambientes distribuídos uma das que mais se destaca são os *web services*. Eles garantem a comunicação de forma interoperável e independente entre as aplicações. (Ferreira Filho, 2011).

A presente seção aborda o modelo arquitetural REST, um modelo de arquitetura para a criação de *web services*. Este utiliza o protocolo HTTP para realizar a troca de mensagens entre os componentes dessa arquitetura. Em seguida são apresentadas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

3.1 *Representational State Transfer*

O modelo arquitetural REST significa *REpresentational State Transfer*, Transferência de Estado Representacional em livre tradução. Segundo Marques (2018), o mesmo possibilita desenvolver serviços com coesão e alta performance de forma independente, tanto de plataformas, como de linguagens de programação. É um modelo escalável e provê suporte a *caching*, *clusterização* e balanceamento de carga. Foi apresentado pela primeira vez na tese de doutorado de Roy Fielding, um dos autores do protocolo HTTP. (XAVIER et al., 2011; SAUDATE, 2014).

O *Hypertext Transfer Protocol*, em livre tradução Protocolo de Transferência de Hipertexto é definido nas *Request for Comments* (RFC) 1945 e 2616. Esse protocolo define como os clientes requisitam as páginas e como os servidores respondem a essas. A transferência dessas informações também é definida por esse protocolo. (FIELDING et al., 1999; KUROSE; ROSS, 2013).

A versão 1.1 do HTTP define e especifica 8 métodos, sendo esse número extensível, são eles: *GET*, *POST*, *PUT*, *DELETE*, *OPTIONS*, *HEAD*, *TRACE* e *CONNECT*. Cada um desses verbos HTTP possui suas particularidades, aplicações e necessidades. Essas particularidades são definidas em termos de idempotência, segurança e mecanismos de passagem de parâmetros. (SAUDATE, 2014).

As requisições enviadas aos servidores retornam um Código de *Status* e uma Frase-Razão. O primeiro é formado por 3 dígitos e destina-se ao uso de autômatos, sendo o seu primeiro dígito responsável por indicar a classe da resposta. O segundo é voltado à interpretação humana do código de *Status*. Ambas vêm da tentativa do servidor de entender e satisfazer a solicitação. (FIELDING et al., 1999; SAUDATE, 2014). A Tabela 2, descreve os 5 possíveis valores para o primeiro dígito do Código de *Status*.

Tabela 2 – Classes de Código de *Status* HTTP e suas descrição.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
1xx: Informativo	Solicitação recebida, processo contínuo.
2xx: Sucesso	A ação foi recebida, entendida e aceita com sucesso.
3xx: Redirecionamento	Outras ações devem ser tomadas para concluir a solicitação.
4xx: Erro do cliente	A solicitação contém uma sintaxe incorreta ou não pode ser atendida.
5xx: Erro do servidor	O servidor não conseguiu atender a uma solicitação aparentemente válida.

Fonte – Traduzido de Fielding et al. (1999).

O modelo REST propõe a utilização de todas as características do protocolo HTTP, incluindo os seus métodos, códigos de resposta e seu cabeçalho de mensagem. Uniformiza-os por meio de uma Interface de Acesso Uniforme (URI). Logo, eles passam a representarem operações e funções na implementação de projetos. (MASSE, 2011).

Nota-se que esses métodos podem ser relacionados às operações básicas com os bancos de dados. Assim, para recuperar dados da base utiliza-se comumente o método *GET*. O *POST* é utilizado para criar novos recursos, o *PUT* é designado para alterar dados e o *DELETE* para excluir ou marcar o recurso como nulo. (SAUDATE, 2014).

A Tabela 3, associa os principais verbos HTTP utilizados no modelo REST e suas principais utilizações.

Tabela 3 – REST e os verbos HTTP.

MÉTODO HTTP	DESCRIÇÃO
<i>GET</i>	Recupera os dados identificados pela <i>Uniform Resource Locator</i> (URL).
<i>POST</i>	Cria um novo recurso.
<i>PUT</i>	Atualiza um recurso.
<i>DELETE</i>	Apaga um recurso.

Fonte – Extraído de Saudate (2014).

O URI, é o nome e endereço de um recurso. Segundo Ferreira Filho (2011), "Um recurso é uma abstração ou conceito relevante que existe no domínio tratado pelo serviço em questão". Caso a informação não possua um URI ela não está acessível na *web*, tão pouco é considerada um recurso. (RICHARDSON; RUBY, 2008). Para que se possa localizar e identificar um recurso os URIs devem ser descritivos e respeitar um padrão de notação, e precisam seguir uma estrutura hierárquica previamente definida. (RODRIGUES; PRADO, 2014).

Para Fielding e Taylor (2000), o REST é uma abstração dos elementos arquitetônicos que compõem um sistema de hipermídia distribuído. Ele ignora os detalhes de implementação dos componentes e da sintaxe do protocolo para dedicar-se às funções, restrições e interações entre os componentes e interpretações dos elementos de dados significativos. Ainda segundo os mesmos autores:

O REST é um conjunto coordenado de restrições arquiteturais que tentam minimizar a latência e a comunicação de rede, enquanto maximizam a independência e a escalabilidade das implementações de componentes. Isso é conseguido colocando restrições na semântica do conector, onde outros estilos se concentraram na semântica do componente. O REST permite o armazenamento em cache e a reutilização de interações, a substituíbilidade dinâmica de componentes e o processamento de ações por intermediários, atendendo assim às necessidades de um sistema hipermídia distribuído em escala de Internet. (FIELDING; TAYLOR, 2000, p. 148, tradução nossa).

Segundo Rodrigues e Prado (2014), os *web services REST* são mais simples de serem implementados, pois suas interfaces unificadas possibilitam uma melhor integração e reuso dos serviços. Outra vantagem é a objetividade na troca dos dados, já que são trafegados apenas os dados necessários às aplicações, gerando requisições e respostas menores. Por fim os dados recebidos são em formato *eXtensible Markup Language* (XML) ou *JavaScript Object Notation* (JSON), o que torna o tratamento dos dados mais fácil em função das várias rotinas para se trabalhar com essas extensões de dados.

Dentre as tecnologias utilizadas para a criação de *web services*, baseados em REST e que utilizam o JSON, destaca-se o Node.js (2019), uma plataforma para desenvolvimento poderosa e altamente escalável. (DOGLIO, 2015).

3.2 Node.js

Desenvolvido em 2009 por Ryan Dahl o *Node.js* passou a integrar o poder expressivo do *JavaScript* no lado servidor (*server-side*), até então utilizado apenas em *browsers* (*client-side*). Essa tecnologia é uma plataforma de desenvolvimento que garante alta escalabilidade na criação de páginas e aplicações, sem a necessidade de gerenciar as complexidades do *multithreading*. Trabalha com *Javascript*, uma linguagem dinâmica, interpretada, orientada a eventos e multiplataforma. A mesma surgiu em 1995 como forma de adicionar interatividade em páginas *web* no navegador *Netscape*. Em pouco tempo foi adotada pelos principais navegadores do mercado. (HUGHES-CROUCHER; WILSON, 2012; BONFIM; LIANG, 2014; HAVERBEKE, 2014; ODGAARD, 2014).

“O Node.js foi criado de forma que suas funcionalidades pudessem ser estendidas através de módulos, para implementar diversos componentes middleware que facilitem o desenvolvimento de aplicações web” diz Bonfim e Liang (2014, p. 18). Por intermédio

do *Node Package Manager* (NPM) é possível integrar ao projeto um vasto conjunto de módulos e pacotes externos, desenvolvidos e mantidos pela comunidade. (SOUSA, 2015).

A abordagem para configurar e utilizar o *Node.js* em servidores *web* é simples, além de ser mínima. Embora existam outros contêineres *JavaScript* para a implementação de servidores no mercado o *Node.js* está em posição dominante e crescente. (HUGHES-CROUCHER; WILSON, 2012).

A tecnologia em questão é baseada sobre o *V8 JavaScript Engine*, um interpretador de *JavaScript* desenvolvido para o navegador *Google Chrome*. A proposta era acelerar o desempenho do código *JavaScript* antes de executá-lo. O *V8* realiza a compilação do *script* em código binário antes da execução, possibilitando a interpretação de forma rápida e similar a linguagens de baixo nível. (HUGHES-CROUCHER; WILSON, 2012; SEVERANCE, 2012). Por ser uma tecnologia atual e difundida no mercado o *Node.js* possibilitou a criação de diversos *frameworks* como o *Apache Cordova* (2019) utilizado para o desenvolvimento de aplicações híbridas.

3.3 Apache Cordova e Ionic Framework

Ao pensar em construir aplicativos *mobile* é importante pensar nas plataformas que a aplicação poderá ser executada. No mercado móvel o *Android* é dominante, apesar de existirem outras opções como o *iOS*, *Windows Phone*, *Tizen*, *BlackBerry*. Cada plataforma possui suas próprias bibliotecas, APIs e linguagens de desenvolvimento. A Tabela 4 evidencia as diferentes ferramentas de *Software Development Kit* (SDK) ou "*devkit*" para o desenvolvimento de aplicações. Verifica-se que cada desenvolvedor de tecnologias oferece um conjunto de linguagens específicas para sua plataforma *mobile*, e desenvolvem seus próprios ecossistemas de desenvolvimento. Uma forma de fazer aplicativos funcionarem de forma multiplataforma é com a utilização do *framework Apache Cordova*. (LOPES, 2016; YUSUF, 2016).

Tabela 4 – Ferramentas de desenvolvimento.

SISTEMA OPERACIONAL	SDK	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO
<i>iOs</i>	<i>iOS SDK</i>	<i>Objective-C/Swift</i>
<i>Android</i>	<i>Android SDK</i>	<i>JAVA</i>
<i>Windows for mobile</i>	<i>Windows SDK</i>	<i>.NET</i>

Fonte – Adaptado de Yusuf (2016).

O *framework* foi desenvolvido como uma solução de código *open source* para desenvolver aplicativos híbridos. Utiliza tecnologias *web*: *Hypertext Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS) e *JavaScript* através de um *WebView*. Esse é um componente da interface do usuário que pode ser incorporado em uma aplicação nativa

móvel e está disponível em diferentes estruturas móveis como o *WebView* no *Android*, *UIWebView* no *iOS* e *WebBrowser* no *Windows Phone*. (SHEHAB; ALJARRAH, 2014; GRIFFITH, 2017).

O *Cordova* provê uma interface entre o *Webview* e as camadas nativas dos dispositivos. Muitas das funcionalidades são utilizadas por meio de um sistema de módulos *plug-in* que preenchem a lacuna entre essas camadas de tecnologia. Dessa maneira a biblioteca principal se torna menor, já que módulos podem ser adicionados de acordo com as funcionalidades da aplicação, eliminando códigos desnecessários ao projeto. (GRIFFITH, 2017).

Essa tecnologia pode ser vista como uma casca nativa para o aplicativo, e é responsável por executar o *WebView* que renderiza o projeto. O *Cordova* empacota todos os arquivos desenvolvidos (*HTML*, *CSS* e *JavaScript*) e a parte nativa que chama o *WebView* no dispositivo. O resultado é um sistema específico para cada plataforma, que possui as mesmas vantagens e deficiências das aplicações nativas. (LOPES, 2016). Uma forma de utilizar os recursos disponíveis no *Cordova* é por meio do *Framework Ionic (2019)* que é utilizado no desenvolvimento de interfaces híbridas.

O *Ionic* apresenta uma série de componentes visuais para o desenvolvimento *mobile*. Esses foram criados para apresentarem um visual independente das plataformas almejadas e trazerem usabilidade otimizada para os sistemas móveis e aplicações com *touch screen*. O *Ionic* é construído sobre o *Framework Angular (2019)* e segue o conceito de *Single Page Application (SPA)*. Essa característica herdada do *Angular* e a sua integração com *Cordova* permitem vê-lo como um SDK *front-end* para o desenvolvimento de aplicações híbridas. (LOPES, 2016; YUSUF, 2016)

O *Ionic* passou a integrar tantos recursos que pode ser considerado um ecossistema que fornece aos programadores todas as ferramentas para construção de aplicativos móveis. (DUNKA; EMMANUEL; OYERINDE, 2017). Segundo Silva e Sotto (2018, p. 106), o *Ionic Framework* é robusto e “possui uma grande comunidade ativa e uma boa documentação, além de utilizar código único para o desenvolvimento e manutenção dos aplicativos, diminuindo os custos para desenvolvimento dos projetos”.

Vemos em Phan (2015), que o *framework* tem várias vantagens sobre os seus concorrentes, dentre elas:

- É escrito sobre o *Angular*, que é *framework* mantido pela *Google* e que possui uma comunidade ativa;
- O desempenho da interface do usuário é forte em virtude da técnica *requestAnimationFrame()*. Ela otimiza a renderização dos elementos gráficos sem grandes custos ao dispositivo;

- Oferece um belo e abrangente conjunto de estilos padrões, semelhante ao *Bootstrap* (2019), um conjunto de bibliotecas com componentes prontos para o desenvolvimento *web*, porém com documentação móvel.
- Utiliza o *Syntactically Awesome Stylesheets* (Sass), tornando a personalização rápida, fácil e eficaz.

Segundo Yusuf (2016), o *Ionic* oferece recursos interessantes para se desenvolver aplicações com visual agradável em pouco tempo. Esses recursos podem ser classificados em:

- **Recursos de CSS:** Classes e elementos prontos embutidos no *framework* para utilizar no projeto. Dentre os elementos, construídos em SASS, tem-se: botões, cartões, cabeçalhos, rodapés, elementos de formulário. Ainda é possível criar classes de estilização próprias para o projeto;
- **Recursos de JavaScript:** São o cerne do *framework* e são essenciais para a criação dos aplicativos. Consistem em funções que agregam interatividade ao projeto, são: *modais*, *slide box*, *action sheet*, *slide menu*, *tabs*, listas complexas, além de todas as funcionalidades existentes no *JavaScript*;
- **Ionic CLI:** O *Ionic* Recursos de *Command Line Interface* (CLI) é um utilitário em linha de comando para criar, desenvolver e implantar aplicativos. É por meio dele que tem-se acesso aos recursos para desenvolver as aplicações.

Esse *framework* é uma junção de várias tecnologias, que trabalham para o desenvolvimento mais rápido e fácil de aplicativos móveis. A primeira camada (*Ionic*) possibilita a criação de interfaces e regras da aplicação com o *TypeScript*, uma linguagem de verificação em tempo de compilação. Logo abaixo dessa pilha de ferramentas estão os recursos herdados do *Angular*, que otimizam o CSS e o uso da *Graphics Processing Unit* (GPU). Essas duas primeiras camadas ficam sobre o *Apache Cordova*, que possibilita a utilização dos recursos nativos do dispositivo e encapsula todos os códigos do projeto em uma aplicação nativa para diferentes plataformas. (GRIFFITH, 2017).

Além do acesso aos recursos do *smartphone*, os aplicativos desenvolvidos sobre o *Ionic* podem se comunicar com APIs *web* para consumir recursos e serviços. Um exemplo dessa integração é a adição de mapas providos pelo *Google Maps* (2019) as interfaces dos projetos *Ionic*.

3.4 API Google Maps

Criado em 2005 por uma empresa dedicada a soluções de mapeamento e posteriormente adquirido pelo *Google* essa tecnologia revolucionou a forma como os mapas dentro das páginas *web* funcionavam. Possibilitou interações dinâmicas entre usuários e páginas, permitindo novas formas de se interagir e trabalhar para navegar nos mapas. Visto a necessidade de disponibilizar serviços mais personalizados, em junho de 2005 o *Google* liberou uma API pública dos serviços implementados sobre o *Google Maps*. (SVENNERBERG, 2010)

Essa API é um serviço oferecido pela empresa de tecnologia *Google* para a utilização do *Google Map* na implementação de aplicativos. Ela oferece vários recursos para manipular e adicionar conteúdo aos mapas por meio de propriedades presentes nos elementos que compõem a estrutura de georeferenciamento. Além de permitir que os usuários incorporem ou criem aplicativos que utilizam mapas em seus *sites*. (MAHDIA; NOVIYANTO, 2013).

3.5 API Urb

A *Urb* é uma API desenvolvida sobre a plataforma *Node.js*, e implementada com a linguagem *JavaScript*. Apresenta uma estrutura de dados modelada na forma de um grafo no banco de dados não-relacional *ArangoDB* (2019) e utiliza o *framework Express* (2019). Oferece serviços voltados a gerência e registro de problemas em um contexto urbano e trabalha com uma taxonomia própria que cataloga os problemas urbanos em 7 categorias: Infraestrutura, Mobilidade e Acessibilidade, Trânsito, Meio Ambiente, Lixo e Limpeza, Eletricidade e Segurança. (SOARES, 2019).

A seção seguinte apresenta uma aplicação que trata do relato dos problemas urbanos. A mesma utiliza dos *web services* providos pela API *Urb* para gerenciar os relatos realizados.

4 Reporte Cidadão

A presente seção traz uma visão geral da aplicação Reporte Cidadão, na qual são especificados os seus objetivos e cenários de atuação. Adiante tem-se um estudo sobre trabalhos semelhantes a proposta deste projeto. Também são apresentados os casos de uso do projeto, assim como os principais requisitos do sistema. Subsequentemente, encontram-se os diagramas de Casos de Uso e de Máquina de Estados. Segundo Guedes (2018), esses visam evidenciar o comportamento do sistema e sua utilização por meio da linguagem *Unified Modeling Language* (UML).

4.1 Visão Geral

As TICs têm se tornado cada vez mais difundidas em diversos setores da indústria, do governo e cotidiano das pessoas. Dentro do contexto de *E-governance*, as ferramentas colaborativas estão sendo cada vez mais utilizadas por órgãos públicos como forma de auxiliar no cumprimento de seus deveres e atribuições. Elas trazem maior eficiência para as atividades de gestão e melhores soluções para os variados problemas encontrados nos centros urbanos.

Ainda nesse contexto, a participação dos munícipes está sendo cada vez mais encorajada e requisitada pelo poder público, tornando-o mais participativo no desenvolvimento das cidades. Dessa forma, estruturas governamentais como prefeituras, podem utilizar informações providas por cidadãos para melhor gerir os recursos, resolvendo problemas identificados pela população em sua rotina. Assim, dispensam abordagens onerosas e complexas, além de estimular os cidadãos a contribuir e acompanhar o desenvolvimento da cidade.

As ferramentas de gestão enfatizam a aproximação entre gestores e cidadãos, simplificando a comunicação entre ambos. Ainda promovem a real especificação do problema e das soluções necessárias para resolvê-lo. Elas agregam eficiência, celeridade e transparência as soluções desenvolvidas, pois estas começam a ser elaboradas sobre decisões eficientes e passam a compreender o real cenário do problema.

O Reporte Cidadão apresenta um conjunto de interfaces voltadas para a comunicação entre os órgãos públicos e a população das cidades. Visa auxiliar o cidadão no registro de ocorrências de problemas urbanos encontrados no seu dia a dia. Além de trabalhar localizando os problemas, traz 7 categorias (Infraestrutura, Mobilidade e Acessibilidade, Trânsito, Meio Ambiente, Lixo e Limpeza, Eletricidade e Segurança) baseadas em Soares (2019). Dessa forma, objetiva a caracterização precisa dos problemas relatados facilitando

a identificação do mesmo.

O *software* foi desenvolvido de forma a atender as necessidades encontradas no momento do relato, centralizando as características que melhor se enquadram a sistemas do gênero. O sistema é composto por duas linhas de atuação: a primeira se relaciona com o munícipes. Essa permite ao usuário registrar e acompanhar ocorrências de problemas urbanos identificados em sua rotina diária através de marcações interativas em mapas ou inserções de endereços.

A ferramenta *mobile* traz, em sua construção, categorias que organizam os problemas urbanos. Cada uma delas é responsável por identificar problemas específicos que apresentam características em comum. Logo, as solicitações feitas por esses usuários podem ser melhor definidas e formalizadas, assim marcações precisas de problemas no ambiente urbano podem ser geradas.

A outra parte da aplicação, busca reunir ferramentas que auxiliem os órgãos públicos a resolverem os problemas relatados. Traz recursos de gerência e agrupamentos dos reportes, possibilitando a criação de demandas, que são listas com reportes próximos, trazendo eficiência na resolução dos mesmos. Essas demandas são destinadas aos *solvers*, empresas ou setores responsáveis por resolverem os problemas encaminhados dentro das demandas. Através dessa os órgãos conseguem atualizar o *status* dos reportes. Dessa forma o cidadão reportante tem a resposta a sua solicitação por meio de notificações em sua conta.

4.2 Trabalhos Relacionados

Os aplicativos para *smartphones* visam trazer mais eficiência e mobilidade ao seu usuário, principalmente no momento de criar as solicitações/reportes, que no mais são encaminhamentos com informações que caracterizam os problemas urbanos. As ferramentas voltadas à governança visam formas mais ágeis de gerir recursos e comunicar os gestores e os munícipes de forma eficiente, aumentando assim a participação e celeridade dos processos de governança das cidades. Posto isto, as características que favorecem a mobilidade e praticidade são indispensáveis as aplicações modernas de governança.

Esta subseção faz um estudo de aplicações *mobile* semelhantes a proposta deste trabalho. São comparadas 14 aplicações, encontradas na App Store (2019) e Google Play (2019) por meio da combinação das palavras-chave: “problemas”, “urbano”, “cidade” e “relato”. Em suma, foram analisadas 6 características que visam melhorar a interação entre os usuários e a aplicação propriamente dita. São elas: Trabalha com Categoria/Problema; Forma de Georreferenciar os Reportes; Mostra Reportes Próximos; Integra-se a Redes Sociais; Complementa Reportes e Multiplataforma.

- **Save My City Namibia:** Este aplicativo desenvolvido pela Byte Able Namibia (2019), funciona apenas na cidade de Windhoek, Namíbia. Sua forma de reporte consiste em dois formulários: o primeiro identifica uma categoria geral dos problemas e o usuário entra com uma descrição do que deseja relatar, no segundo formulário o usuário informa a localização por meio de endereço ou clicando e mantendo o gesto em um mapa para fixar a posição. Ainda permite “curtir” e comentar as solicitações quando listadas.
- **WeDU! Decoro Urbano:** É desenvolvido e mantido pela Maiora Labs Srl (2019), e está disponível apenas para Itália. Apresenta registro dentro da própria plataforma e adiciona o usuário a um município o qual o aplicativo trabalha. Seu formulário de reporte apresenta 4 etapas: o primeiro solicita uma foto do problema, o segundo solicita uma entrada de endereço, o terceiro pede para se informar uma categoria (lixo abandonados, buracos na estrada, outdoors, abusivo, atos de vandalismo, problemas com os sinais de trânsito e negligência em áreas verdes) o último formulário pede um título e uma descrição do relatório.
- **Pelas Ruas:** A aplicação funciona com a adição de fotos e do endereço do problema. É mantido pela Grupo RBS (2019), e não mostra um amplo leque de categorias para se utilizar. Localiza o usuário em tempo real e oferece a opção de modificação de local por meio de interação com o marcador de localização de um mapa. Funciona na região de Porto Alegre e de algumas cidades do litoral norte gaúcho.
- **Problemas Urbanos:** Esta aplicação é voltada para criar marcações no mapa, cada uma é relacionada a algum problema listado pela aplicação. Seu uso não é específico para alguma cidade, não apresenta sistemas de *Login* ou autenticação do usuário, é desenvolvido por Nuno Corte (2019).
- **Prefeitura360:** Aplicação com listagem de categorias para criação rápida de solicitações. Dentro do seu formulário de reporte pede-se informações que detalham o problema, bem como oferece a possibilidade de adicionar-se fotos do local. Não tem integração com redes sociais e seu cadastro é na própria aplicação. É oferecido pela Caique Soares (2019) e possibilita realizar o reporte em qualquer região.
- **SP156:** Aplicação que se comunica diretamente com a prefeitura de São Paulo e é oferecido pelo Metasix Tecnologia (2019). Possibilita o usuário criar reportes com base em sua posição real ou em endereços por meio de entrada de texto ou movimentação do indicador do mapa. Proporciona criar solicitações anônimas.
- **Cidade Linda:** Aplicação para relatar problemas com entrada de endereço e com localização em tempo real do usuário. Seu formulário é simples, solicita dados apenas para contatar o usuário já que a aplicação não exige um cadastro para utilização do

sistema. Funciona por meio de categorias e descrição do problema. É oferecido pela Interativo.Co (2019), para cidadãos paulistas.

- **Minha Cidade Digital:** Esta aplicação oferecida por Eddydata TecnologiaSocial (2019), apresenta cadastro interno e oferece a classificação de problemas com categorias, contém ainda um *Status* para as requisições. A entrada de endereço é manual, o usuário deve digitar o endereço, não foi observado ajuda de verificação de endereço. Não foi verificado nenhum vínculo com cidades parceiras.
- **Ouvidoria Catanduva SP:** Aplicação desenvolvida pela G2Mobile (2019) para a ouvidoria do município de Catanduva, São Paulo. Não apresenta integração com redes sociais, e oferece uma lista de problemas urbanos. Porém não os agrupa em categorias. Sua inserção de localização é por meio da entrada de endereço, localização em tempo real e movimentação do ponteiro do mapa. Seu formulário de reporte solicita apenas o problema e fornece a possibilidade de adicionar uma foto do problema junto a uma descrição do mesmo.
- **Urbest:** Aplicação oferecida pela Urbest (2019), não possui integração com redes sociais e apresenta categorias para reportar problemas. Funciona como sistema de solicitação de serviços para prédios também, e fornece ferramentas para trabalhar nesses prédios que utilizam o sistema. Seu formulário necessita de entrada da localização por texto ou por direcionamentos do mapa e fixação da posição correta do reporte. Fotos, nome para o problema e descrição podem ser adicionadas. Não apresenta vínculos com cidades específicas e pode ser utilizado em qualquer país.
- **ReportCity:** Aplicação sem integração com redes sociais desenvolvida pela REPORTCity (2019). Apresenta divisão de problemas por categoria e seu formulário necessita de foto do problema e uma descrição. O cadastro é feito na base de dados do aplicativo em tempo real. Não foi verificado vínculos com cidades parceiras.
- **Particity Cidadão:** Aplicação com utilização de categorias e subcategorias. Desenvolvido pela Prefeitura de Cascavel (2019), para o município de Cascavel, Paraná. Permite verificar os reportes próximos/gerais feitos. Seu formulário consiste da adição de no máximo 3 fotos do problema e não exige descrição do mesmo.
- **Ação e Reação:** Aplicação sem utilização de geolocalização. O cadastro é pela própria aplicação com foto de usuário exigida para o cadastro. Utiliza cidades previamente cadastradas para criar as solicitações e solicita o nome do responsável para resolver a demanda. Tem a função de “curtir” reportes. É oferecido por Sousa (2019), e seu desenvolvimento foi encerrado.
- **Nossa Cidade Melhor:** Aplicação oferecida por Ruptiva (2019). Possui integração ao *LogIn* do *Facebook* e um mapa com os reportes plotados. Seu formulário de reporte

possui campos para descrição, foto e categoria de problema. Não foi verificado ligação com cidades ou regiões específicas para a ferramenta.

As características analisadas tornam a identificação dos problemas fácil e traz clareza aos aplicativos, os tornando práticos e auxiliando na efetiva caracterização dos problemas relatados, por conseguinte utilizar sistemas de categorização e catalogação tornam o aplicativo eficiente na construção dos relatos. Além da formalização precisa dos reportes, é necessário que as aplicações possibilitem melhores formas de georreferenciamento dos problemas, onde o usuário possa interagir de formas que melhor identifiquem os locais onde residem os problemas urbanos.

Além dessas características, é necessário que a ferramenta possa gerir os dados de forma eficiente. São indispensáveis formas de processar localizações e identificar reportes próximos, pois em vez de criar-se um novo reporte o usuário pode fornecer informações complementares sobre o problema já reportado não sendo preciso criar uma nova solicitação. Ainda, deve dispor de formas para se integrar com redes sociais, já que informações cadastrais e formas de divulgação podem ser acopladas fornecendo ferramentas para utilização da aplicação por um número maior de usuários.

Segundo Matos e Britto (2017), em detrimento da usabilidade das aplicações o conceito multiplataforma deve ser considerado na implementação do projeto. Uma vez que os dispositivos emergentes no mercado necessitam de ambientes com interoperabilidade em diversos sistemas operacionais, logo as aplicações passam a ser executadas por uma diversidade de equipamentos de *hardware*.

4.2.1 Comparação entre Aplicações

Mediante a pesquisa de aplicações similares, foi observado que dentre as 14 ferramentas analisadas 3 delas (21,43%) trabalham com algum tipo de categorização que relacionam e listam problemas urbanos em função de categorias generalizadoras. As outras 11 ferramentas (78,57%) trabalham listando problemas sem nenhuma seletividade ou organização.

Das aplicações estudadas 4 delas (28,57%) trazem recursos que possibilitam ao usuário identificar ocorrências de problemas próximos a sua localização, sendo predominante nas outras 10 aplicações (71,43%) a não implementação dessa função. Em 5 (35,71%) das ferramentas estudadas foi encontrado alguma forma de integração com rede sociais, como o *Facebook* e/ou *Google+* dessas a grande maioria, 9 aplicações (64,29%), utilizam recursos nativos para gerenciar e autenticar o *Login* dos usuários.

Em relação a utilização de ferramentas de interação entre usuários é reportes já criados apenas 3 aplicações (21,43%) disponibilizam ferramentas para complementar relatos realizados próximos a localização corrente do cidadão. Elas oferecem maneiras

de concordar ou comentar algum relato já criado. As outras 11 ferramentas (78,57%) trabalham em geral com relatos individuais, onde o cidadão apenas pode acompanhar as próprias demandas.

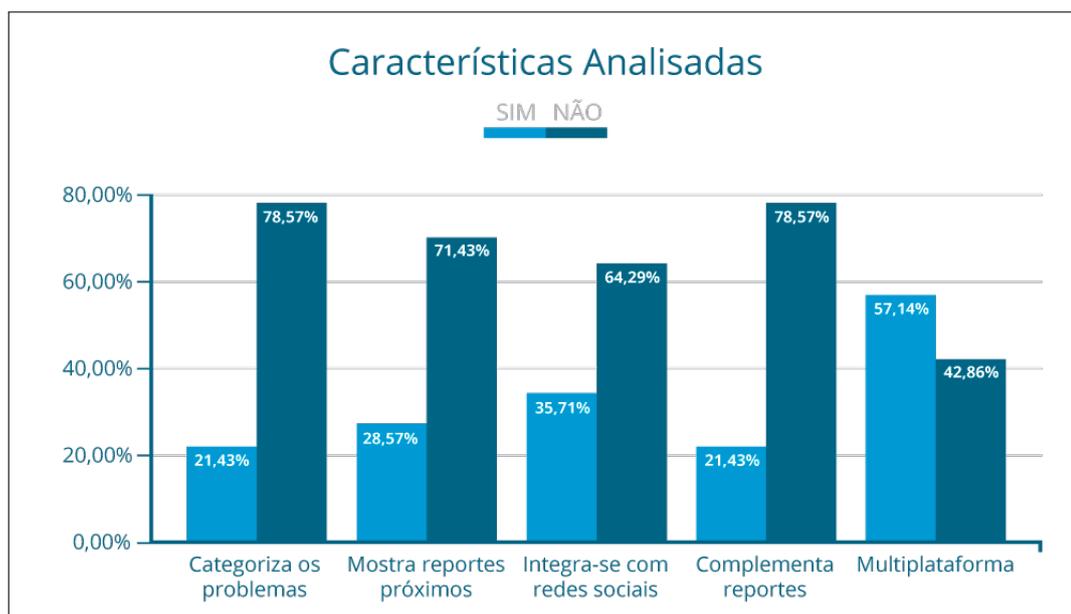
Dentro das aplicações 8 delas (57,14%) apresentam-se compatíveis com mais de um sistema operacional, sendo eles *Android* e *iOS*, as outras 6 aplicações (42,86%) estão disponíveis apenas para dispositivos *Android*.

Cada ferramenta modela seu sistema de georreferenciamento para os reportes, sendo essas características particulares a tecnologia utilizada para se registrar e processar o relato. Das aplicações estudadas 11 (78,57%) apresentam mais de 1 forma de localizar a solicitação, em análise as aplicações vistas 6 (42,86%) apresentaram formas de relatar problemas na posição corrente do usuário não sendo necessário entrar com nenhum dado extra em relação a localização dos problemas; 11 (78,57%) trabalham com formas de entrada de endereçamento via texto, onde o usuário informa o endereço que deseja realizar o reporte; 9 (64,28%) possuem formas de manipular o endereço de reporte por meio de interações com um mapa.

Observa-se que as ferramentas disponíveis no mercado tratam a interatividade do usuário junto a criação do reporte de forma simples e pouco dinâmica. As características: Categoriza os Problemas, Mostra Reportes Próximos e Complementa Reportes são indicativos dessa relação. Em suma essas buscam melhorar a experiência do usuário na tarefa de reportar problemas, porém, neste estudo, elas são encontradas com índices de implementação inferiores à 30% dentre as ferramentas presentes nessa revisão.

O estudo sobre aplicações similares pode ser visto na forma gráfica na Figura 3. Também é encontrado na Figura 4, na forma de um quadro comparativo.

Figura 3 – Características analisadas.



Fonte – Aatoria própria (2019).

Figura 4 – Comparativo entre Aplicações.

APLICAÇÃO	CATEGORIZA OS PROBLEMAS	FORMAS DE GEORREFERENCIAR OS REPORTES	MOSTRA REPORTES PRÓXIMOS	INTEGRA-SE COM REDES SOCIAIS	COMPLEMENTA REPORTES	MULTIPLATAFORMA
Save My City Namibia	NÃO	Entrada de endereço pelo teclado Posicionamento por meio do mapa	NÃO	SIM	SIM	SIM
WeDU! Decoro Urbano	NÃO	Entrada de endereço pelo teclado	NÃO	SIM	NÃO	SIM
Pelas Ruas	NÃO	Localização corrente do usuário Posicionamento por meio do mapa	NÃO	SIM	SIM	SIM
Problemas Urbanos	NÃO	Localização corrente do usuário	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
Prefeitura360	NÃO	Localização corrente do usuário Entrada de endereço pelo teclado Posicionamento por meio do mapa	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
SP156	NÃO	Localização corrente do usuário Entrada de endereço pelo teclado Posicionamento por meio do mapa	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Cidade Linda	NÃO	Localização corrente do usuário Entrada de endereço pelo teclado	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Minha Cidade Digital	SIM	Entrada de endereço pelo teclado (não foi possível estar outras)	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Ouvidoria Catanduva SP	NÃO	Localização corrente do usuário Entrada de endereço pelo teclado Posicionamento por meio do mapa	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Urbest	NÃO	Entrada de endereço pelo teclado Posicionamento por meio do mapa	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
ReportCity	SIM	Entrada de endereço pelo teclado Posicionamento por meio do mapa	SIM	SIM	NÃO	NÃO
Particity Cidadão	SIM	Entrada de endereço pelo teclado Posicionamento por meio do mapa	SIM	NÃO	NÃO	SIM
Ação e Reação	NÃO	Entrada de endereço pelo teclado	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
Nossa Cidade Melhor	NÃO	Localização corrente do usuário Posicionamento por meio do mapa	SIM	SIM	NÃO	SIM

Fonte – Autoria própria (2019).

4.3 Modelagem do Reporte Cidadão

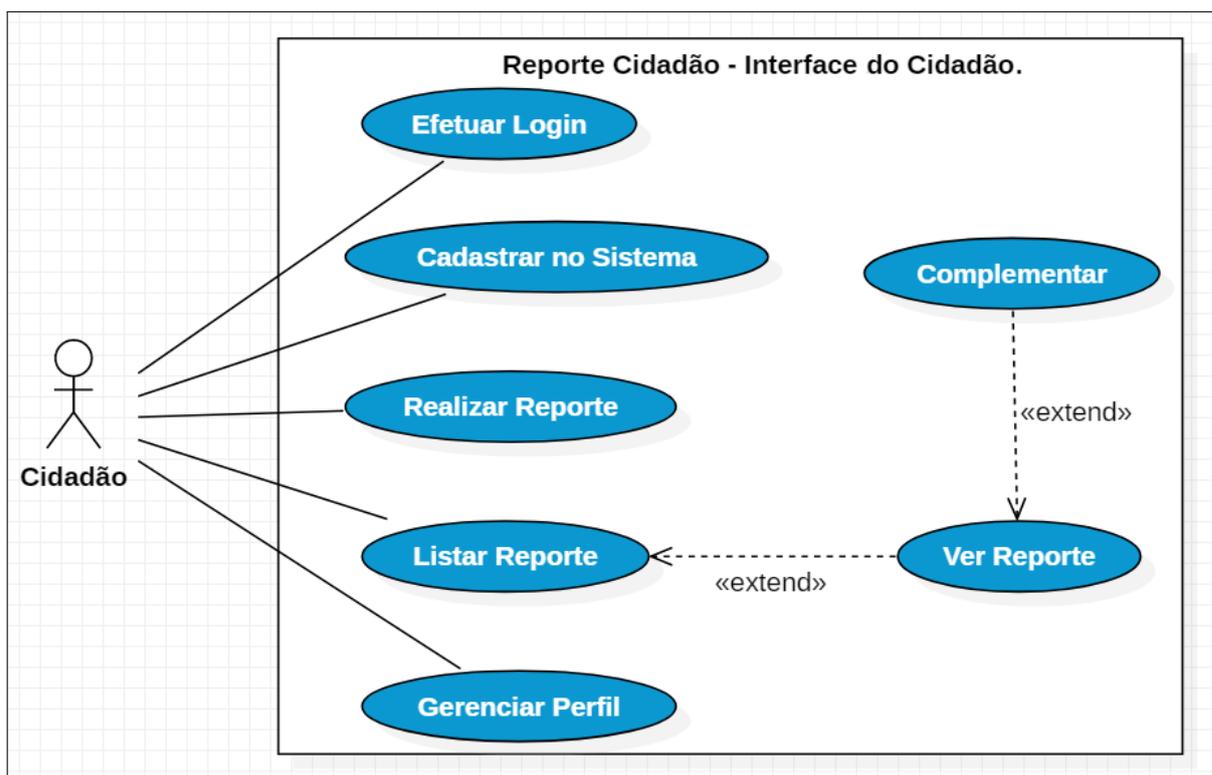
A presente seção traz o sistema Reporte Cidadão sob duas visões. A primeira perspectiva refere-se aos Diagramas de Casos de Uso, esses evidenciam os principais requisitos funcionais da proposta. A segunda visão explica o comportamento da aplicação com base em Diagramas de Máquina de Estados.

4.3.1 Diagramas de Casos de Uso

Os Diagramas de Casos de Uso mais básicos apresentam detalhes que descrevem a interação do ator com o sistema. São definidos pelo ponto de vista do ator, sendo este qualquer agente externo que se comunica com o sistema. (PRESSMAN; MAXIM, 2016). Os casos de uso descrevem as funções que o sistema deverá desempenhar, e os atores representam os operadores de tais funcionalidades. Este trabalho apresenta 2 atores, Cidadão e Gestor.

A Figura 5, explicita os casos de uso voltados ao Cidadão. Verifica-se que apenas um ator interage com o sistema, sendo ele o cidadão reportante. São apresentados 7 casos de uso, que caracterizam os principais requisitos funcionais da aplicação. São eles: Efetuar Login, Cadastrar no Sistema, Realizar Reporte, Complementar Repórter Próximo, Listar Reporte, Ver Reporte, Gerenciar Perfil.

Figura 5 – Diagrama de Casos de Uso - Interface do Cidadão.



Fonte – Autoria própria (2019).

A seguir são descritos os casos de uso que compõem a interface do Cidadão do Reporte Cidadão. Cada caso é composto por um nome, descrição do seu funcionamento, uma prioridade para sua implementação, pré-condições para sua execução e pós-condições que detalham os resultados da sua execução no sistema.

- **Cadastrar no Sistema**

Este caso de uso permite que o usuário faça seu cadastro na plataforma de reportes *mobile*, para isso ele deverá preencher os campos entrando com seu nome, *e-mail*, senha e confirmação de senha. Após o preenchimento do formulário e ao clicar no botão Cadastrar, uma sequência de testes condicionais são efetuados sobre os dados: A primeira condição verifica se todos os campos foram preenchidos; a segunda condicional verifica se os dados informados são validos, evitando o cadastro de campos com valores inadequados. Após passar pelas 2 condicionais os dados são armazenados no banco de dados e o usuário é direcionado a área de *Login* da aplicação.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: Não tem.
- Pós-condições: Um novo usuário será incluído na base de dados.

- **Efetuar *Login***

Este caso de uso, possibilita que o Cidadão efetue Login na aplicação. É solicitado o *e-mail* e a senha do usuário, logo após clicar no botão logar são verificadas 2 condições: a primeira verifica se os campos do formulário de Login foram preenchidos corretamente, a segunda verifica se os dados informados estão cadastrados na aplicação, em situação negativa uma mensagem de erro é exibida, caso contrário (existe um usuário cadastrado que possui a senha informada) é permitido o acesso à tela principal da aplicação. O *Login* ainda pode ser efetuado por meio da utilização de uma conta *Google* ou *Facebook*.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O usuário deve estar cadastrado previamente no sistema.
- Pós-condições: Permite acesso a tela inicial da aplicação.

- **Realizar Reporte**

Este caso de uso possibilita o usuário realizar um reporte, para isso ele deve fornecer a localização do problema que será reportado, uma categoria e um problema enquadrado dentro da mesma, uma prioridade pode ou não ser adicionada, caso não seja informada será valorada como “Baixa”. Após clicar no botão Reportar, é verificado se os campos foram preenchidos corretamente, caso falso é dado um alerta informando que há campos preenchidos incorretamente, caso positivo o novo reporte é salvo na base de dados e o usuário é direcionado a tela de Principal do sistema.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O usuário deverá estar logado na aplicação.
- Pós-condições: Um novo reporte será incluído na base de dados.

- **Complementar**

Este caso de uso deve listar os reportes próximos a localização corrente do cidadão, permitindo ao usuário verificar as informações dos itens listados. Caso algum elemento listado retrate o reporte que o cidadão iria fazer, este pode ser selecionado e suas informações podem editadas, caso necessário. Após clicar em Complementar o usuário é direcionado para a tela Principal da aplicação.

- Prioridade: Média.
- Pré-condições: Deve haver reportes dentro do raio de proximidade processado pela *Application Programming Interface* (API) previamente cadastrados na base de dados; O usuário deverá estar logado na aplicação.
- Pós-condições: Os dados de um reporte próximo a localização do usuário poderão ser complementados.

- **Listar Reporte**

Este caso de uso permite ao cidadão listar todos os reportes relacionados ao seu cadastro. Deverá apresentar filtros para que reportes complementados pelo usuário possam ser listados.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O usuário deverá estar logado na aplicação.
- Pós-condições: Os reportes relacionados ao usuário poderão ser vistos na tela, e até mesmo selecionados para serem vistos individualmente.

- **Ver Reporte**

Este caso de uso permite que o cidadão visualize dados de um reporte específico listado na tela de reportes, sendo assim possível acompanhar as medidas tomadas pelos órgãos gestores responsáveis pelo problema.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O cidadão deverá ter escolhido um reporte na tela de listagem de reportes; O usuário deverá estar logado na aplicação.
- Pós-condições: O usuário poderá verificar os dados do reporte escolhido para visualização.

- **Gerenciar Perfil**

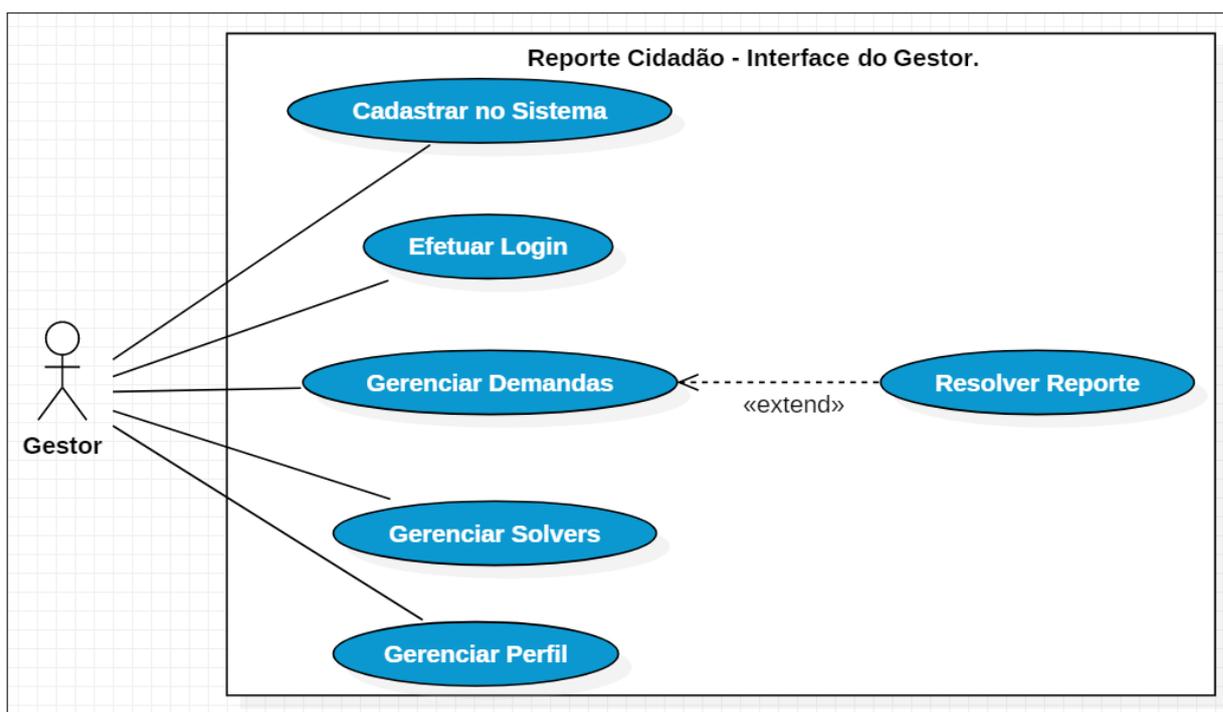
Permite que o cidadão possa ver e editar os dados do seu cadastro. Também deverá permitir que o mesmo possa apagar sua conta no sistema. Os dados são exibidos por padrão na interface de Gerenciamento de perfil, caso o usuário Clique em Editar será habilitado para ele os campos de informações, estes passam a ser editáveis, ao clicar no botão salvar os dados do usuário são verificados, caso seus valores estão

válidos os dados do usuário são atualizados no banco de dados, caso contrário um alerta é exibido na tela informado que as modificações não puderam ser salvas devido a irregularidade nas informações inseridas. Ao clicar em Deletar Perfil, o sistema modifica a conta do usuário para inativa, logo em seguida o usuário é direcionado a tela de Login do sistema.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O usuário deverá estar logado na aplicação.
- Pós-condições: O usuário poderá ver ou editar seus dados, assim como poderá excluir seu cadastro na aplicação.

Como resultado da modelagem dos casos de uso da interface do Gestor do *software* Reporte Cidadão, tem-se o diagrama da Figura 6. Nele observa-se que somente um ator interage com o sistema, sendo ele o Gestor. Seus principais casos de uso são: Cadastrar no Sistema, Efetuar Login, Gerenciar Demandas, Resolver Reporte, Gerenciar Solvers, Gerenciar Perfil.

Figura 6 – Diagrama de Casos de Uso - Interface do Gestor.



Fonte – Autoria própria (2019).

A seguir são descritos os casos de uso que constituem a interface do Gestor do Reporte Cidadão.

- **Cadastrar no Sistema**

Este caso permite que o usuário realize seu cadastro no sistema Reporte Cidadão em sua plataforma *web*. Para isso deverá entrar com: nome, e-mail, senha e confirmação de senha. Logo após clicar em cadastrar as informações são analisadas, verificando-se se são informações válidas e não nulas, caso positivo o usuário tem seu cadastro na lista de avaliação do responsável pelo sistema, que verificará os dados e credenciais do usuário, caso positivo autorizará o cadastro. Logo o usuário é redirecionado a tela de Login do sistema.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: Não tem.
- Pós-condições: Um novo gestor será incluído na base de dados.

- **Efetuar Login**

Este caso de uso permite ao Gestor cadastrar-se, efetuar Login na aplicação por meio da inserção do seu e-mail e senha, cadastrados no sistema. Durante esse processo são acionadas 2 condicionais ao clicar no botão Logar, a primeira verifica se os campos solicitados estão em branco ou nulos, já a segunda verificação busca na base de dados se o usuário com a senha informada está cadastrado no sistema, caso afirmativa o Gestor é direcionado a tela inicial do sistema. Caso uma das duas verificações seja falsa, uma mensagem informando que os dados inseridos são inválidos é apresentada.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O Gestor já deve estar cadastrado previamente no sistema.
- Pós-condições: O usuário será direcionado a tela inicial da aplicação, caso o Login seja permitido.

- **Gerenciar Demandas**

Permite que o Gestor crie e modifique o status das demandas. Deve fornecer uma listagem dos reportes com status de “Pendente” encaminhados ao Gestor, para que esse vincule pelo menos uma solicitação a demanda. Deve adicionar também uma descrição a mesma e caso já exista e seus status seja igual a “Pendente” deve-se poder adicionar novos reportes. Essa deve ser vinculada a um Solver, responsável pela realização dos reparos e soluções apropriadas para o problema.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O usuário deverá estar logado na aplicação; Deve haver reportes registrados no sistema.
- Pós-condições: Uma nova demanda poderá ser adicionada ao banco de dados; As informações de uma demanda podem ser modificadas.

- **Resolver Reporte**

Este caso de uso permite visualizar os dados de um reporte presente no banco de dados, possibilitando a alteração do status do mesmo para: Resolvido, Em análise, Arquivado.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O usuário deverá estar logado na aplicação; Deve haver reportes na base de dados.
- Pós-condições: O gestor poderá ver e alterar o status dos reportes.

- **Gerenciar Solvers**

Este deve possibilitar a inserção de solvers a base de dados, para tal deve-se informar um nome para o solver. Ainda permite editar e visualizar informações relacionadas ao solver, como lista de demandas relacionadas ao mesmo.

- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O usuário deverá estar logado na aplicação.
- Pós-condições: O gestor poderá ver e criar solvers no sistema.

- **Gerenciar Perfil**

Este caso de uso deve permitir o gestor verificar e/ou editar os dados do seu cadastro, assim como excluir o mesmo. Ao clicar em Editar os campos de dados serão habilitados para edição, ao clicar no botão Salvar o sistema verificará se os campos estão preenchidos corretamente, caso positivo os dados serão salvos e atualizados no banco de dados. Em caso negativo um aviso será exibido e a edição dos dados não será efetuada. Selecionando a opção de Deletar, o sistema modifica a conta como inativa e direciona o usuário para a tela de *Login*.

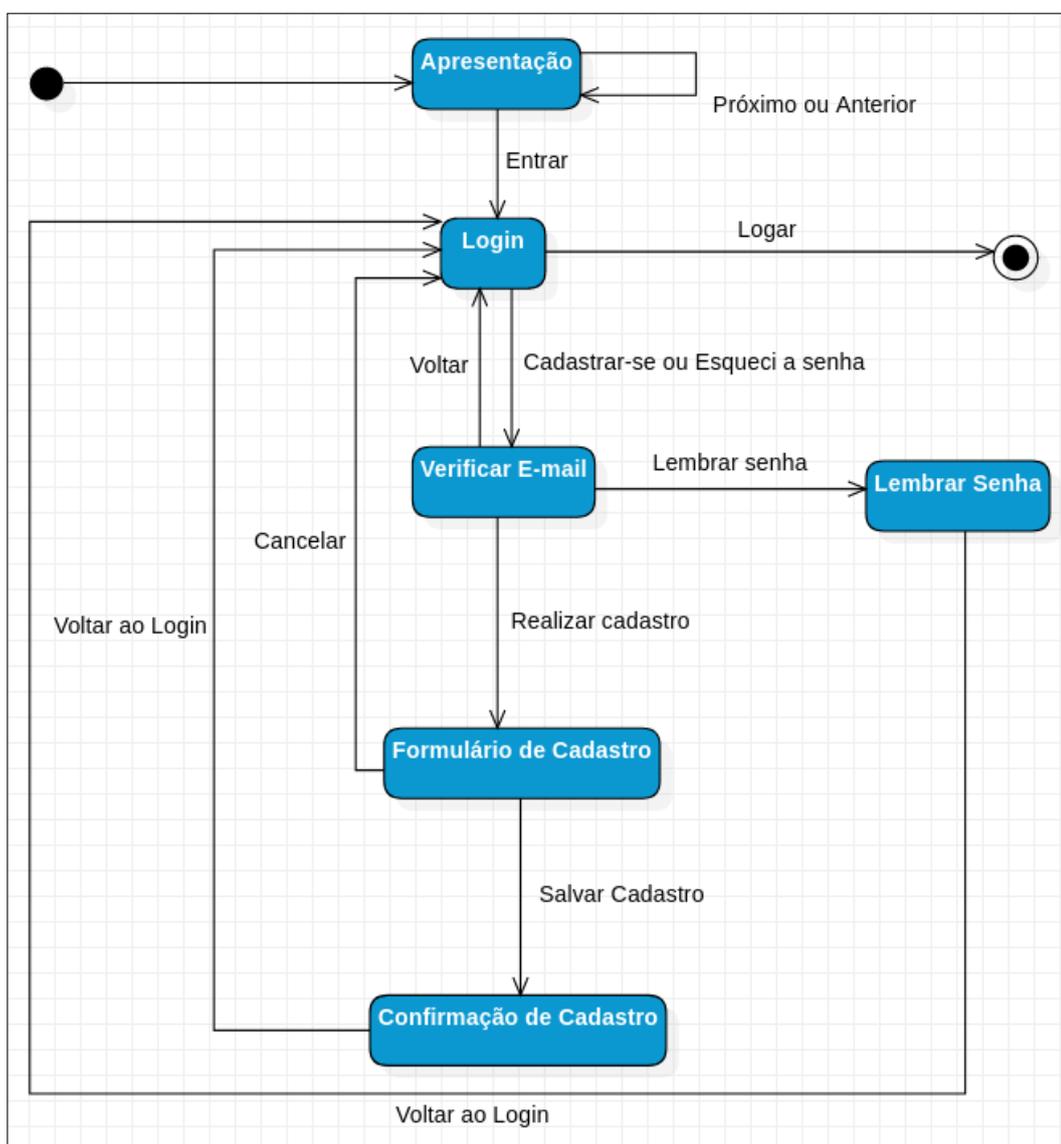
- Prioridade: Essencial.
- Pré-condições: O usuário deverá estar logado na aplicação.
- Pós-condições: O gestor poderá ver ou editar seus dados, assim como poderá excluir seu cadastro na aplicação.

4.3.2 Diagramas de Máquina de Estados

Segundo Sommerville (2011) e Guedes (2018), o Diagrama de Máquina de Estados demonstra o comportamento dos elementos do sistema através de um conjunto finito de estados e transições. Utiliza quadrados com cantos arredondados representando os estados. Um círculo preenchido indica o estado inicial e o estado final é indicado por um circunponto. Nesse tipo de diagrama as setas representam o fluxo de trabalho do sistema.

O sistema Reporte Cidadão em sua interface voltada ao Cidadão apresenta formas de registrar o reporte de forma geolocalizada. Uma apresentação do aplicativo é exibida em seu início o mesmo, pulando essa tela o usuário é direcionado ao *Login* do sistema, o qual pode solicitar o seu cadastro, ou efetuar sua autenticação no sistema. O diagrama da Figura 7 descreve o funcionamento do sistema de *Login*, assim como as passos utilizados para se fazer o cadastro no sistema e a recuperação de senha.

Figura 7 – Diagrama de Máquina de Estados - Cadastro e/ou *Login* no sistema.

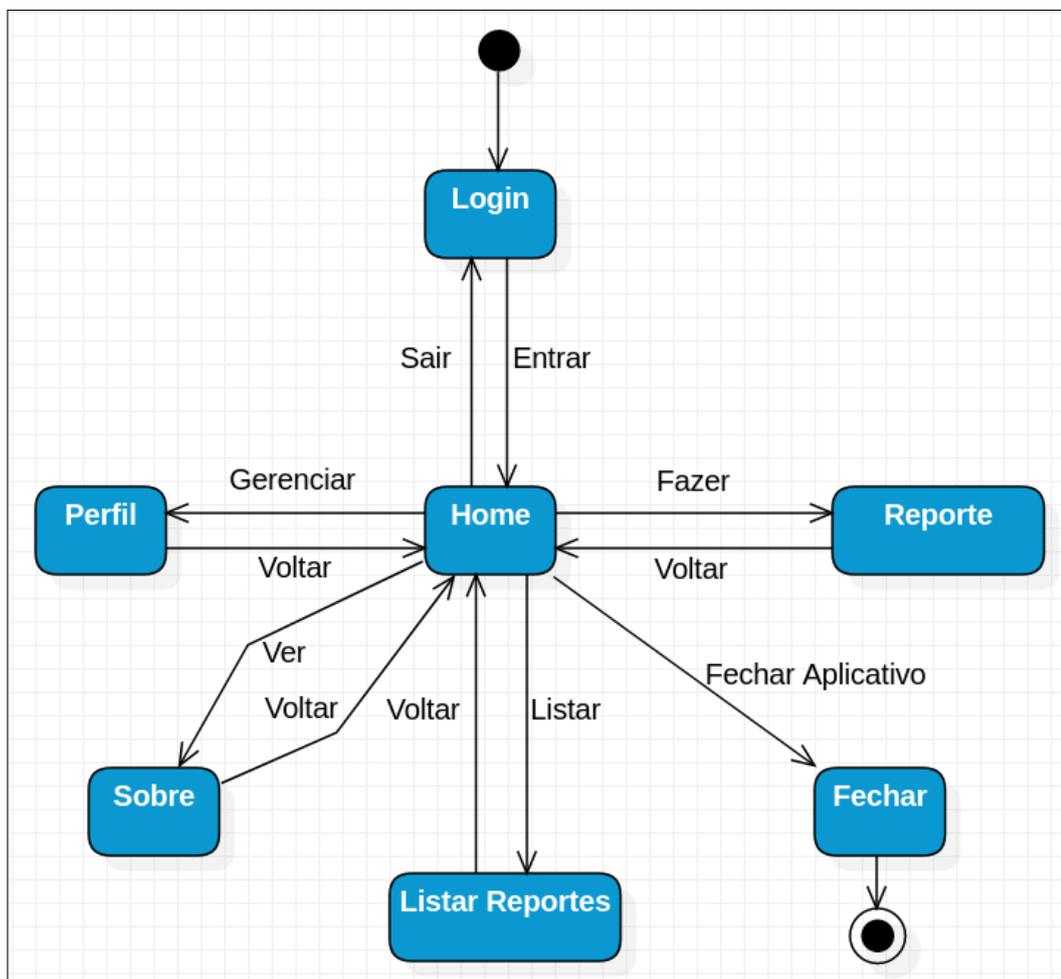


Fonte – Autoria própria (2019).

Como visto na Figura 7, o *Login* é permitido após a validação do usuário na aplicação. Caso desejado, ainda é possível fazer o cadastro por meio de um formulário, bastando apenas verificar se o *e-mail* utilizado já não está presente no banco de dados. Logo após a autenticação do usuário no sistema ele é direcionado a tela principal do

sistema, Figura 8. Esta o possibilita interagir com as demais funcionalidades da aplicação, como as funções de reporte, listagens e gerência de perfil. É por meio da interação com esta interface que o usuário passará a fazer os relatos e a verificar os seus dados.

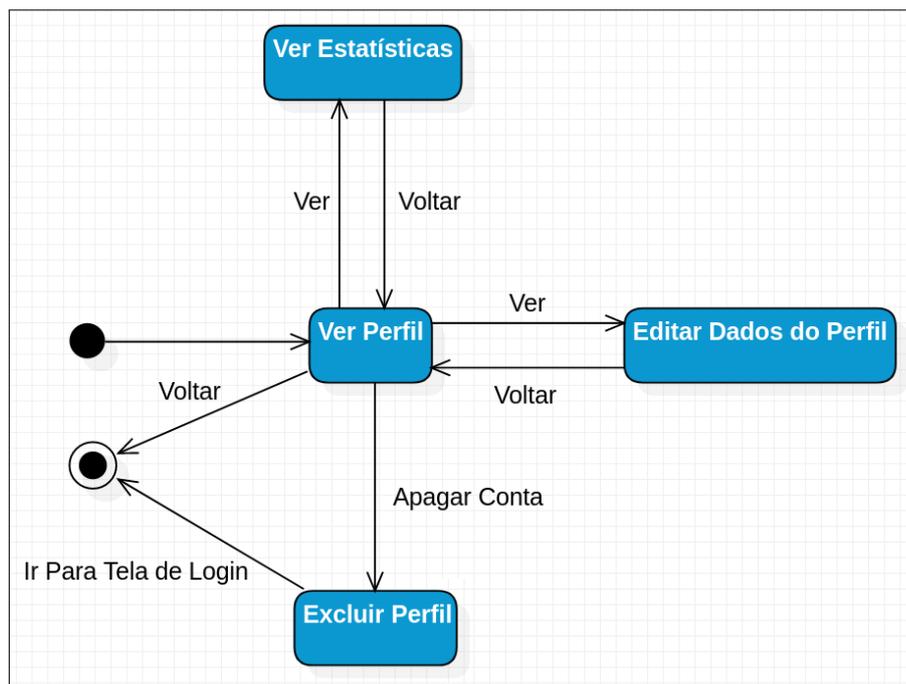
Figura 8 – Diagrama de Máquina de Estados - *Home*.



Fonte – Autoria própria (2019).

Através da interface *Home* é possível acessar a interface Perfil, Figura 9, no qual é possível verificar os dados cadastrais do cidadão, assim como alterá-los caso necessário. Ainda é possível excluir o seu perfil e verificar as Estatísticas, informações baseadas nas atividades de reportes do usuário.

Figura 9 – Diagrama de Máquina de Estados - Perfil.

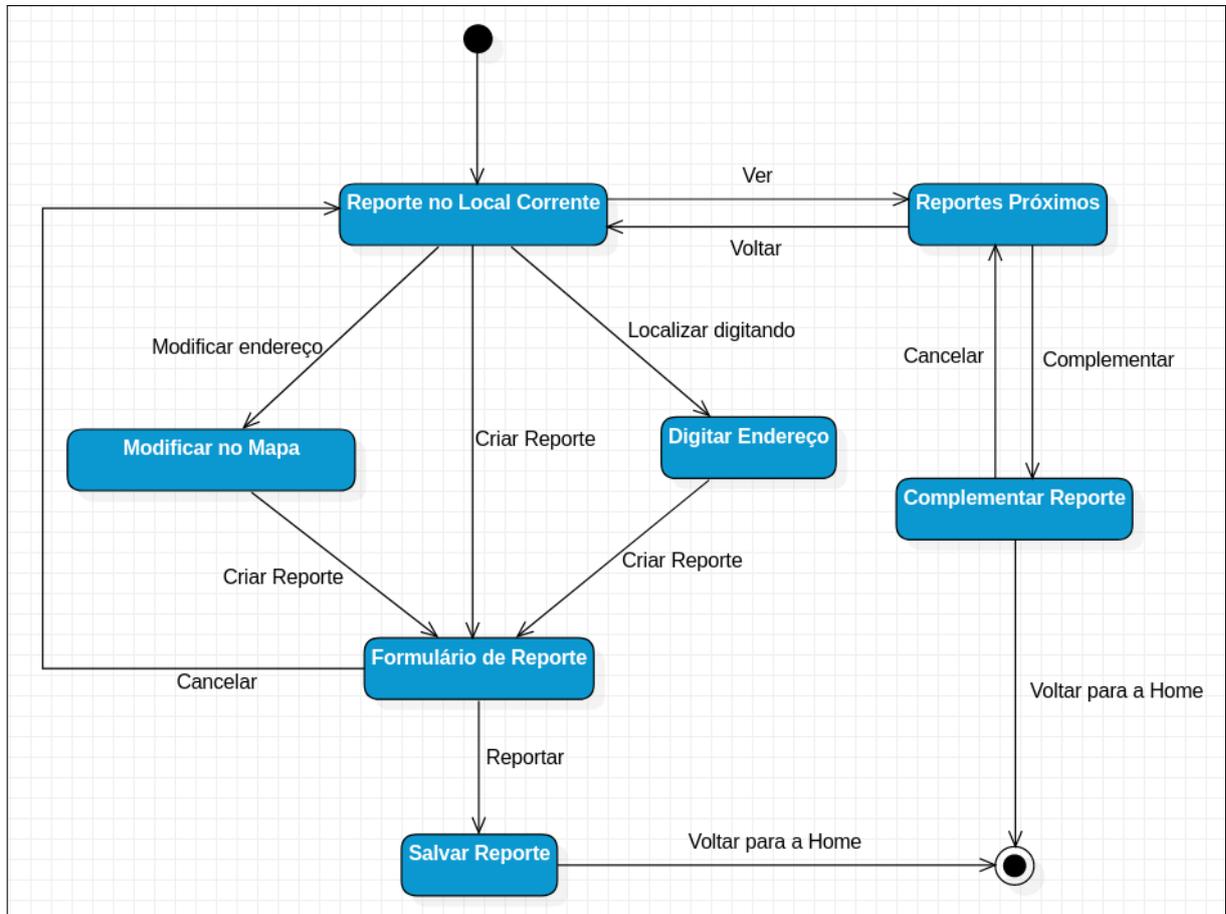


Fonte – Autoria própria (2019).

A Figura 10, demonstra os estados necessários para se realizar um reporte. Nela é possível verificar que a ferramenta deve proporcionar 3 maneiras de localizar um problema. A primeira utiliza a localização corrente do usuário, a segunda diz respeito à possibilidade de interações do usuário com um mapa interagindo com o marcado. A última forma de localização consiste na entrada do endereço em formato de texto. Após localizar o problema, o usuário é direcionado ao formulário de reporte onde é solicitado os dados relativos a especificação e caracterização do problema relatado.

Por meio da interface de Reporte é possível verificar os relatos próximos a localização atual do usuário, caso seja verificado que o mesmo problema já tenha sido discriminado anteriormente por algum outro usuário, é possível por meio da atividade Complementar adicionar informações na descrição do relato já realizado.

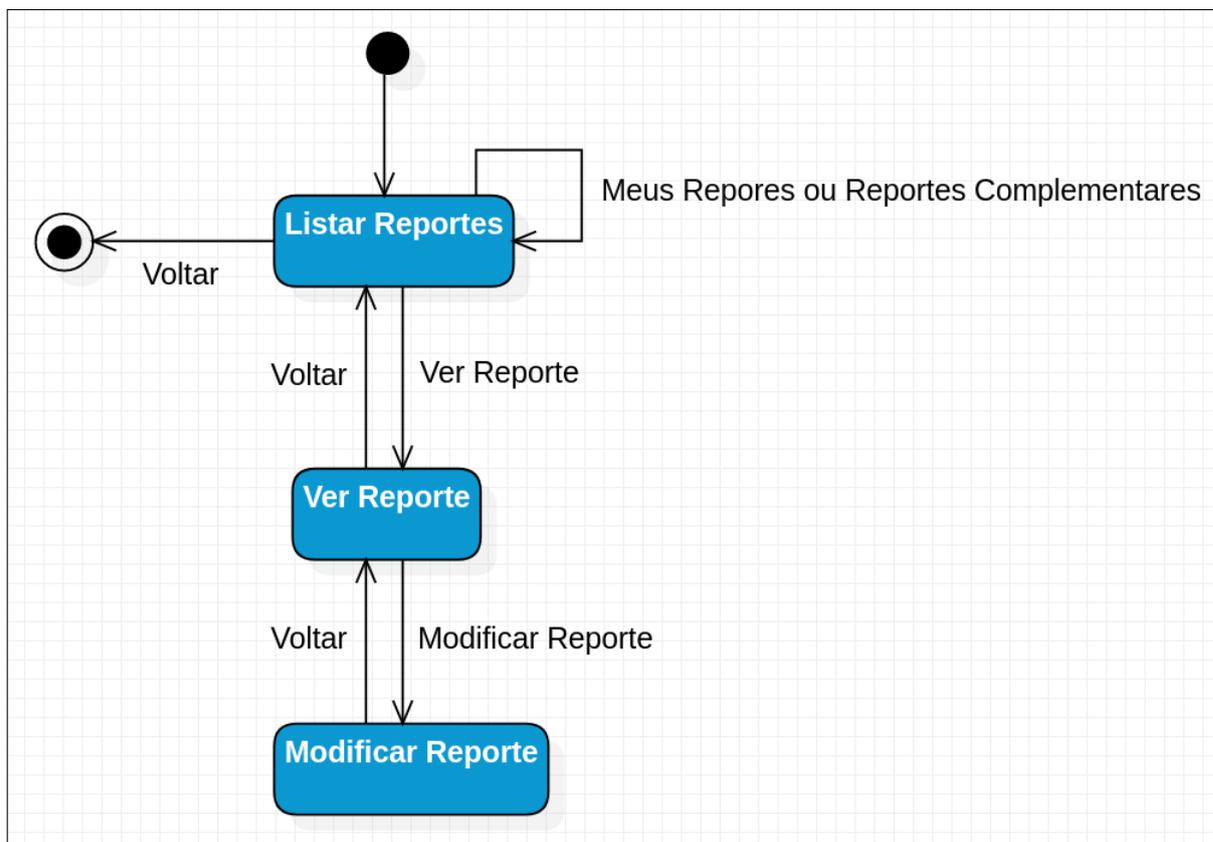
Figura 10 – Diagrama de Máquina de Estados - Realizar Reporte.



Fonte – Autoria própria (2019).

A listagem de reportes, Figura 11, acessada pelo menu da tela *Home*, possibilita ao usuário acompanhar as requisições realizadas. Pode trabalhar de forma a listar apenas os reportes feitos pelo usuário, como também pode listar apenas os quais o usuário fez complementos. Dentro dos itens listados é possível a seleção, possibilitando a verificação dos dados pertencentes ao item escolhido, tornando a visualização individual e detalhada. Ainda, dentro dessa interface de visualização é possível a edição de algumas informações, como: descrição do problema e local.

Figura 11 – Diagrama de Máquina de Estados - Listagem de reportes.



Fonte – Autoria própria (2019).

A próxima seção são apresentados os detalhes e resultados da implementação do Reporte Cidadão. Também são expostas as considerações a respeito do teste de usabilidade, utilizado para validar a proposta.

5 Implementação e Validação

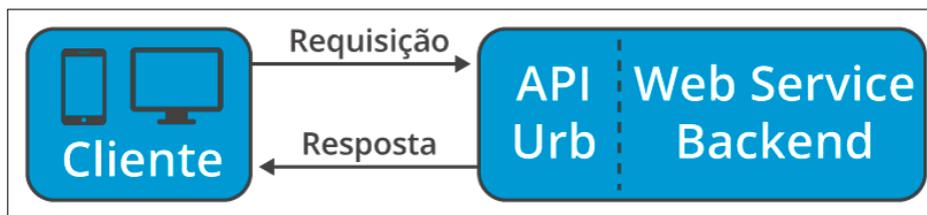
As principais tecnologias utilizadas na implementação do sistema desenvolvido são as tecnologias de desenvolvimento híbrido, *Apache Cordova* (2019) e *Ionic* (2019). Por meio delas foi possível desenvolver as interfaces e regras da aplicação, assim como estabelecer as conexões com as APIs utilizadas e as interações com o aparelho móvel. Esses *frameworks* são amplamente utilizados e procurados por fornecerem ao desenvolvedor ferramentas, recursos e documentações para a criação de aplicação multiplataforma por meio de *Web Views*.

O sistema Reporte Cidadão, por ser implementado com esse conjunto de tecnologias traz em suas características a portabilidade de código. Sendo assim, é possível o projeto ser exportado para diferentes plataformas como: *Android*, *iOS*, *Windows Phone*, e inclusive plataformas *Web*. Salieta-se que os *frameworks* utilizados são baseados em *JavaScript* e utilizam a plataforma de desenvolvimento *Node.js* (2019), junto ao modelo de arquitetura REST. O protocolo HTTP é utilizado para realizar a troca de mensagens entre as interfaces desenvolvidas e as APIs utilizadas.

A API do *Google Maps* (2019), é responsável por renderizar as coordenadas das solicitações nas telas dos usuários. Já a API *Urb* é responsável por salvar e gerenciar os dados dos reportes realizados por meio da aplicação. É ela quem os processará e conduzirá aos gestores responsáveis os relatos realizados, além de fornecer as categorias e problemas listados.

O Reporte Cidadão comunica-se por meio de mensagens HTTP com a API *Urb*, disponível no Laboratório de Redes e Sistemas Distribuídos - LORDI da UERN. Ela é responsável por fornecer os serviços *back-end*, como ilustrado na Figura 12. Observa-se que o cliente ao realizar requisições a *Urb* recebe respostas em retorno aos conteúdos e recursos solicitados.

Figura 12 – Comunicação de um Cliente com a API *Urb*.



Fonte – Autoria própria (2019).

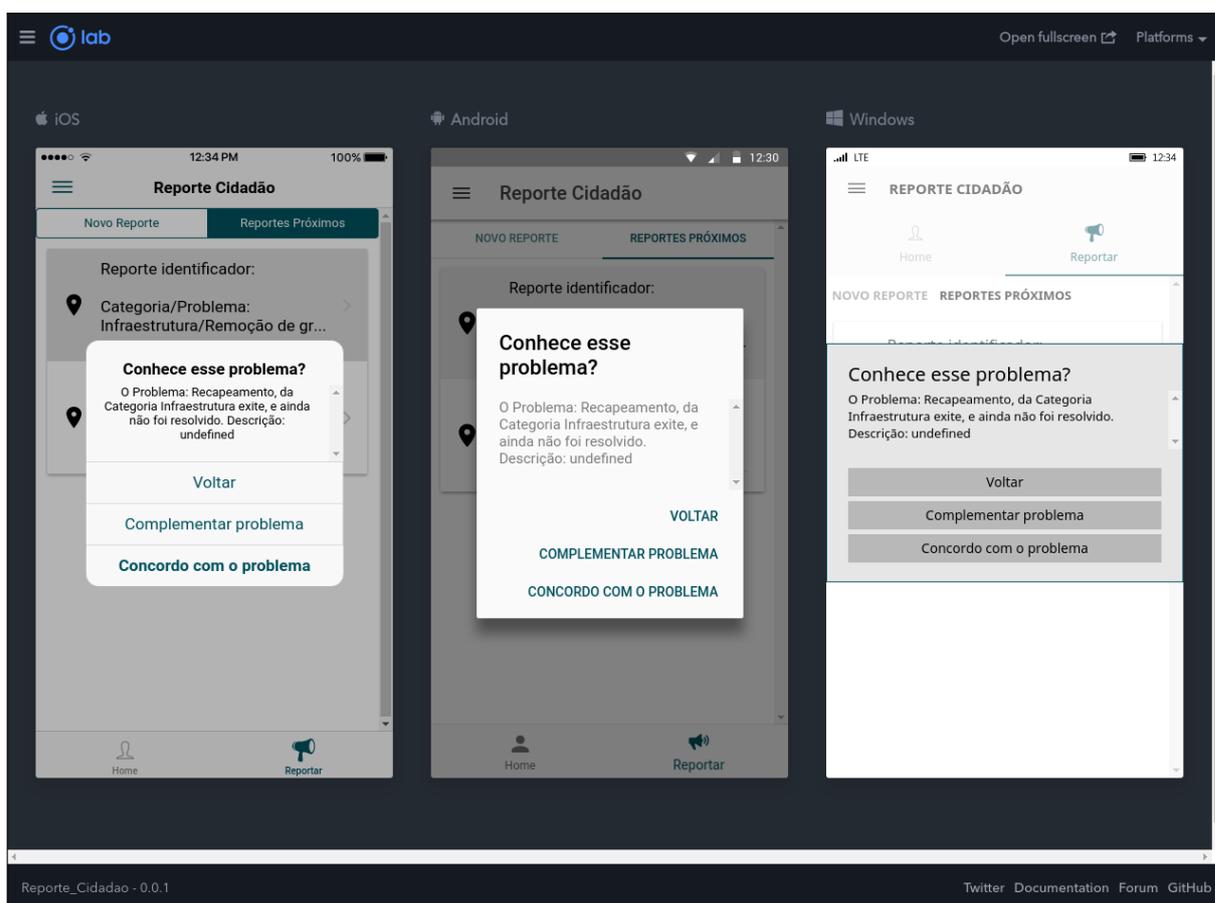
Como ferramentas auxiliares para o desenvolvimento foi utilizado o *Integrated Development Environment (IDE) Visual Studio Code (2019)*, para a codificação e o *GitLab (2019)*, para o versionamento do projeto.

5.1 Reporte Cidadão - Interface Cidadão

Este trabalho resultou na criação de um aplicativo híbrido, construído sobre os *frameworks Ionic e Apache Cordova*.

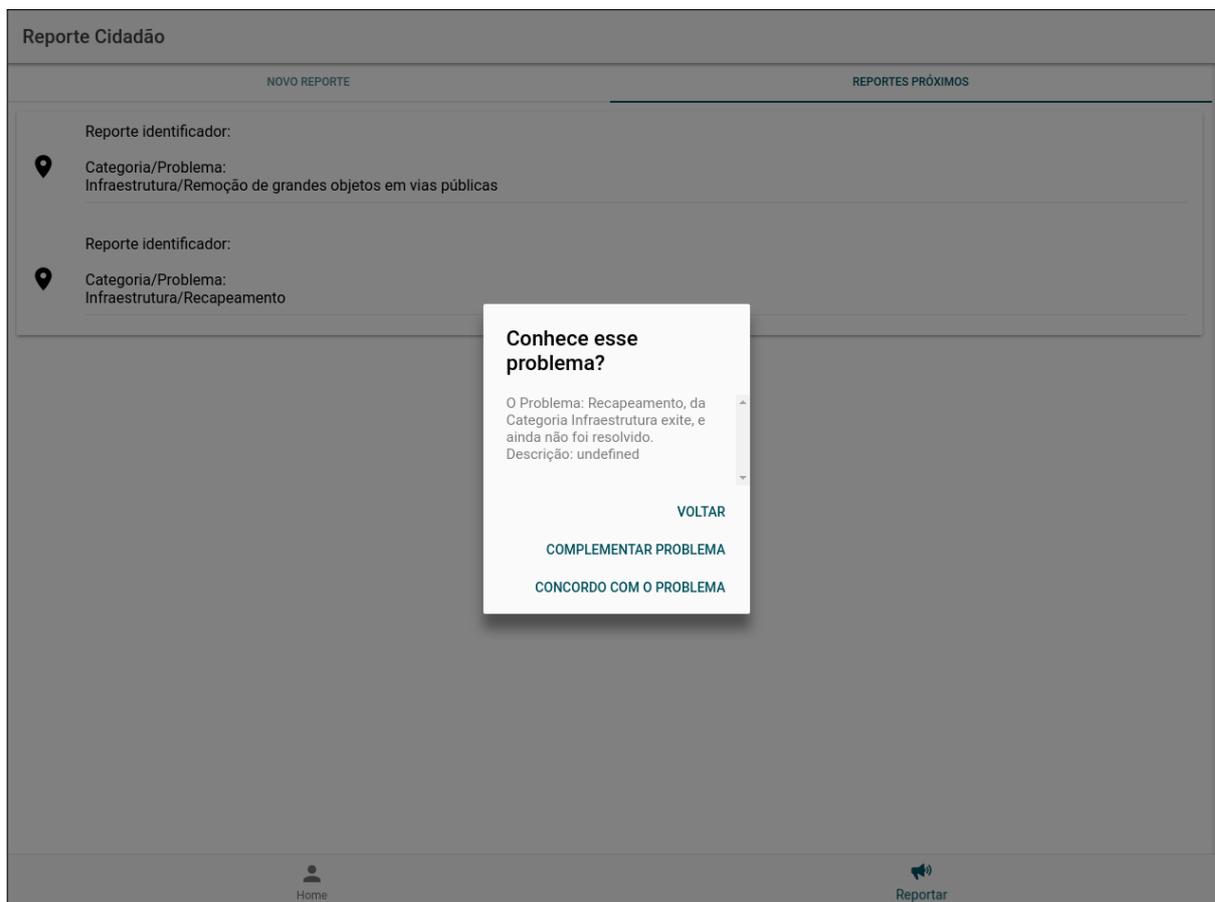
A Figura 13, traz a interface Complementar Reporte renderizada para telas de *smartphones iOS, Android e Windows Phone*, respectivamente. Já a Figura 14, traz a mesma em formato de aplicação *web*.

Figura 13 – Reporte Cidadão em Interfaces *Mobile*.



Fonte – Autoria própria (2019).

Figura 14 – Reporte Cidadão em Interface Web.



Fonte – Autoria própria (2019).

Visando uma melhor organização, as próximas telas da aplicação Reporte Cidadão serão expostas apenas em sua versão para *smartphones Android*.

A Figura 15a e Figura 15b, trazem as telas de Introdução do Reporte Cidadão em sua versão 1.0. Elas têm a função de apresentar a aplicação ao munícipe, e de guiá-lo na utilização do aplicativo pela primeira vez.

A Figura 16a, mostra o formulário de Cadastro, vê-se que são necessários nome, *e-mail* e senha para que o usuário possa cadastrar-se na aplicação. A Figura 16b, exhibe a tela de *Login*, onde a autenticação do usuário acontece por meio de uma das 3 formas disponíveis no aplicativo.

Figura 15 – Introdução.

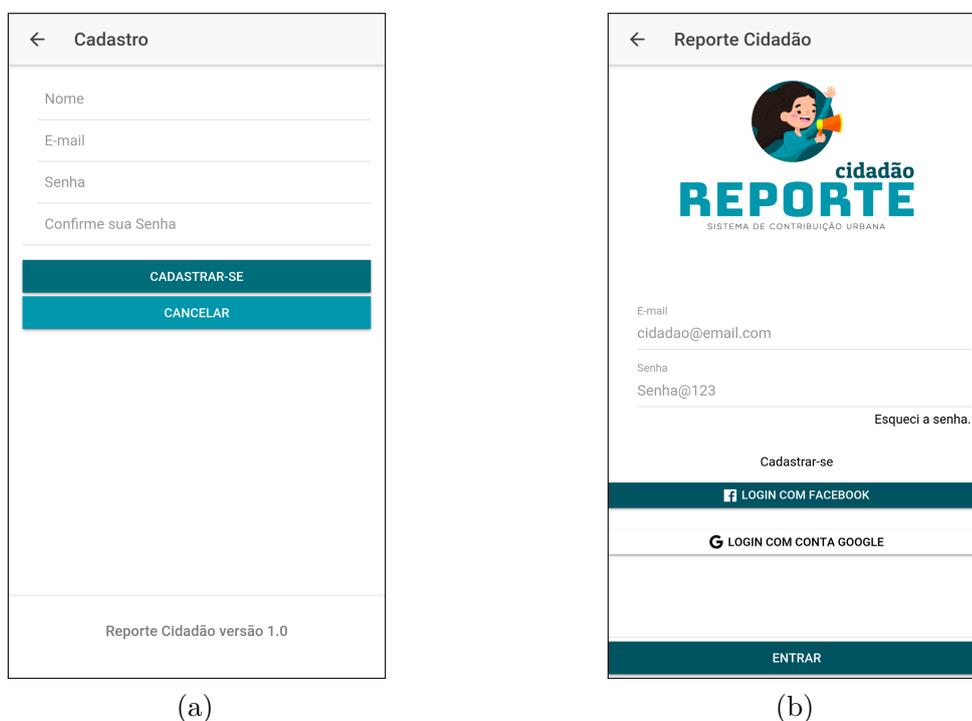


(a)

(b)

Fonte – Autoria própria (2019).

Figura 16 – Cadastro e *Login*.

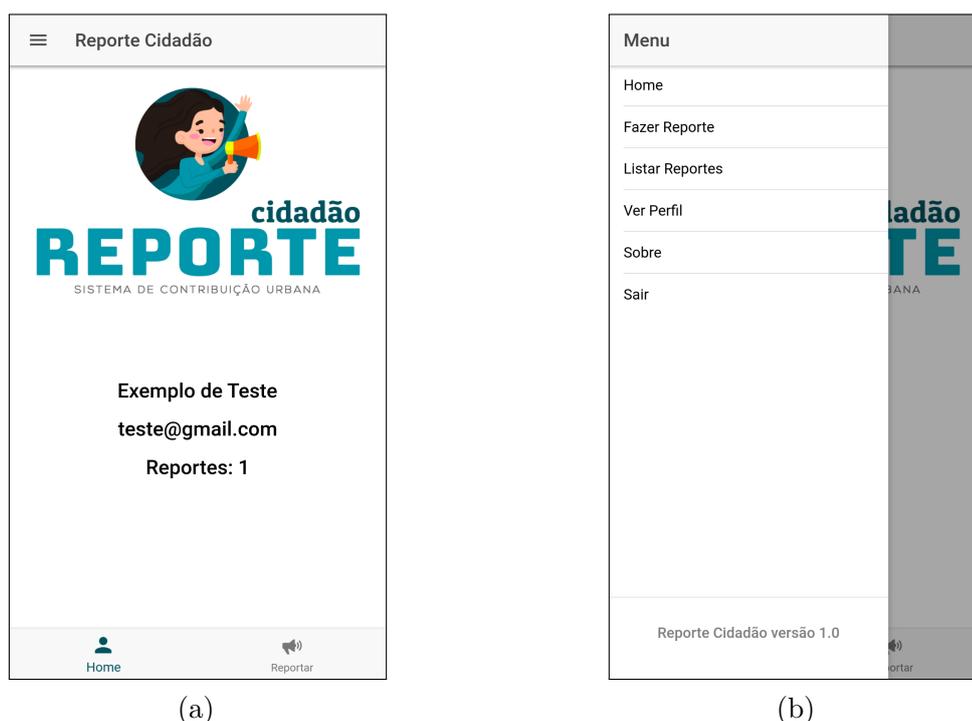


(a)

(b)

Fonte – Autoria própria (2019).

Após realizar a autenticação o cidadão é direcionado a tela *Home*, Figura 17a. Nota-se que ela traz alguns dados do usuário logo de início, são eles: nome e *e-mail* cadastrados e número de reportes realizado. A Figura 17b, apresenta o Menu de navegação do aplicativo. É por meio dele que o cidadão poderá navegar entre as funcionalidades do sistema.

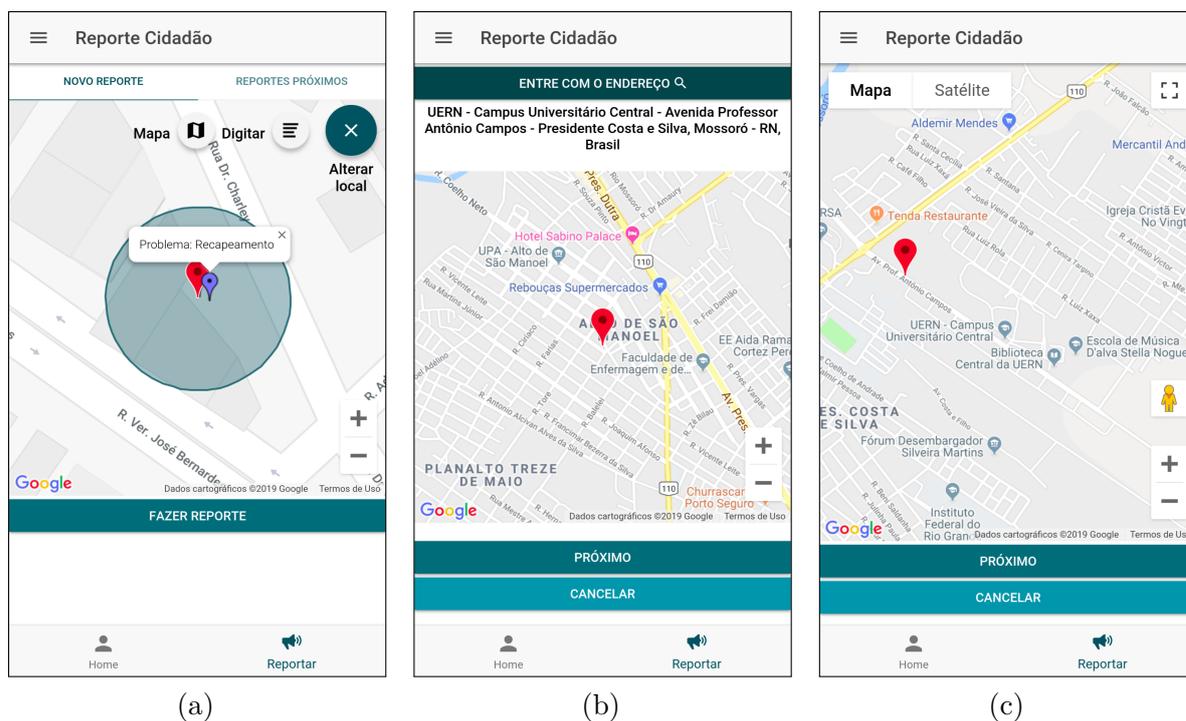
Figura 17 – *Home* e Menu.

Fonte – Autoria própria (2019).

Ao escolher a opção *Fazer Reporte* no Menu, ou ao clicar no atalho *Reportar* na tela *Home*, o cidadão será direcionado a tela de *Reporte*, Figura 18a. É por meio dela que o usuário poderá verificar se há reportes próximos a sua localização, pois os mesmos serão plotados em um mapa da interface. Caso o munícipe decida realizar um reporte em sua localização corrente, o próximo passo será clicar no botão *Fazer Reporte*. Essa mesma tela irá identificar a posição atual do usuário e a usará para criar o reporte. Ainda é possível alterar a localização do reporte por meio do botão *Alterar local*.

Caso esse seja clicado, o usuário poderá escolher entre informar o endereço do reporte via texto, opção *Digitar*, ou através de interações com o mapa, opção *Mapa*. Ao selecionar *Digitar*, Figura 18b, o usuário poderá informar de forma textual o endereço que deseja realizar o reporte. Na Figura 18c, decorrente da opção *Mapa*, o cidadão poderá interagir com o marcador no mapa e arrastá-lo para a posição onde pretende realizar o reporte.

Figura 18 – Reporte, Digitar e Mapa.



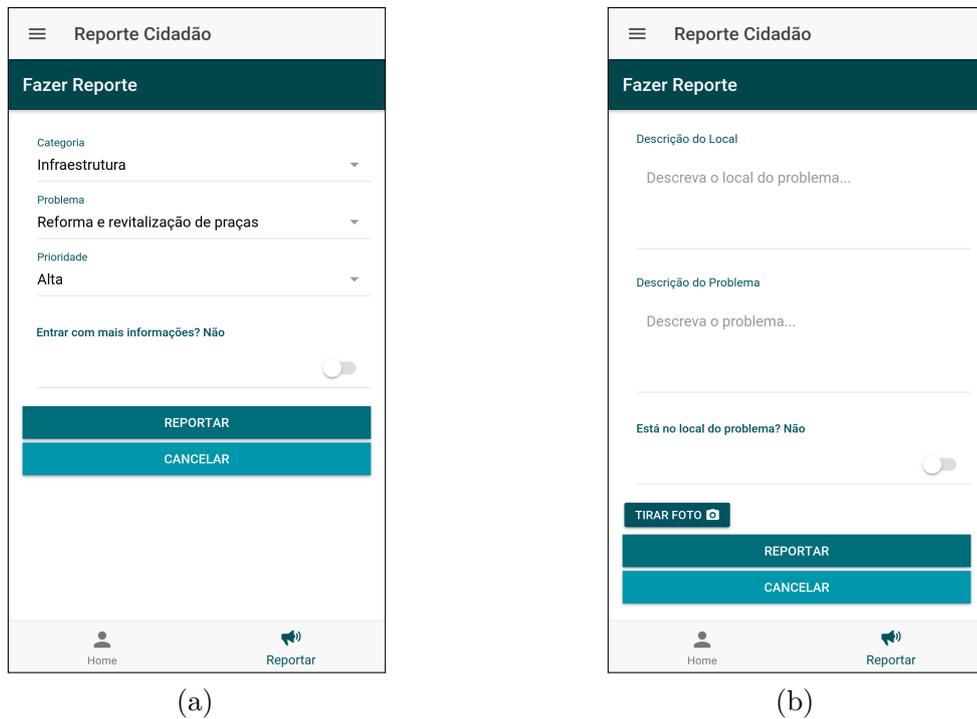
Fonte – Autoria própria (2019).

Após informar a localização do reporte o cidadão poderá ir a tela Fazer Reporte, Figura 19a. O formulário apresentado nessa interface busca ser simples e de preenchimento rápido, seus principais campos são categoria, problema e prioridade. O mesmo pode ser expandido, caso o usuário deseje incluir mais informações sobre o problema. Para isso é necessário modificar o campo *Entrar com mais informações?*, que por padrão é marcado como Não para o valor Sim.

Caso o usuário expanda o formulário os campos *Descrição do Local*, *Descrição do Problema*, *Está no local do problema?* e *Tirar Foto* serão adicionados, como mostra a Figura 19b.

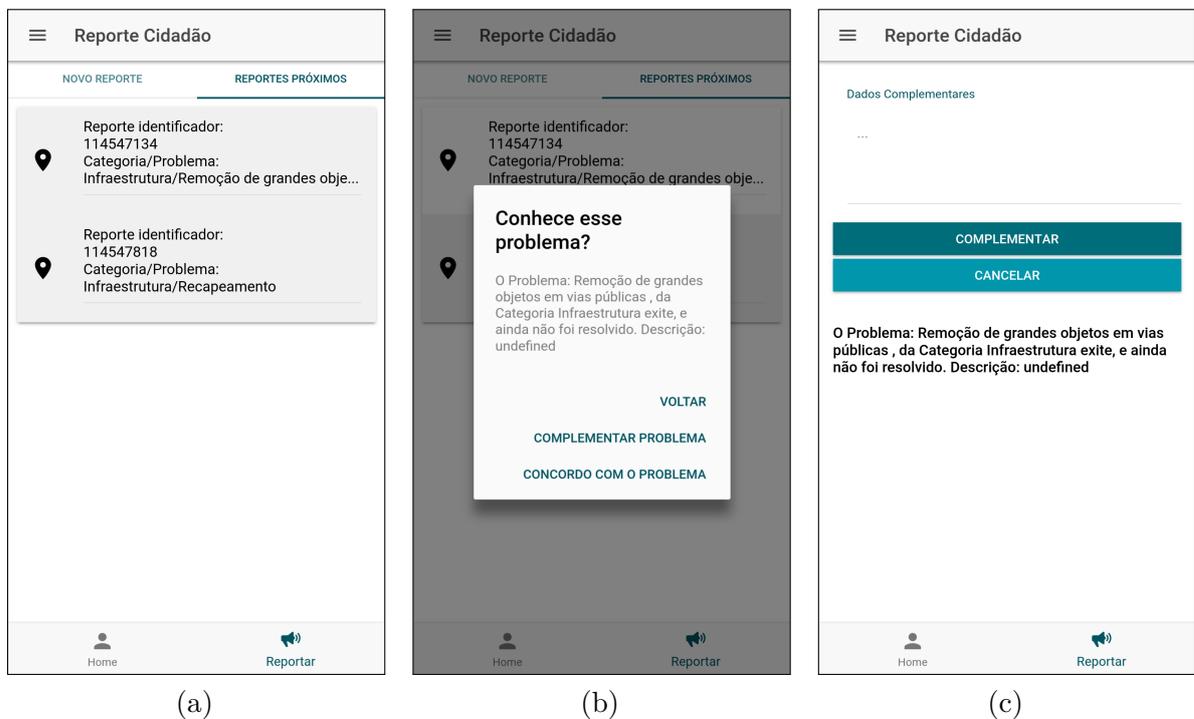
São listados na aba Reportes Próximos, Figura 20a, os relatos plotados no mapa. Nesta, são apresentados alguns dados dos reportes para que o cidadão possa identificar se o problema que deseja reportar já foi relatado. Ao selecionar algum dos itens listados um *modal*, Figura 20b, é apresentado. Nele algumas informações sobre o problema são exibidas e é perguntado se o munícipe deseja contribuir com a descrição do mesmo ou se concorda com o reporte feito. Caso o cidadão opte por complementar o problema, ele será direcionado a tela de inclusão de dados complementares, Figura 20c, onde poderá adicionar alguma descrição que acredite ser pertinente ao problema.

Figura 19 – Fazer Reporte.



Fonte – Autoria própria (2019).

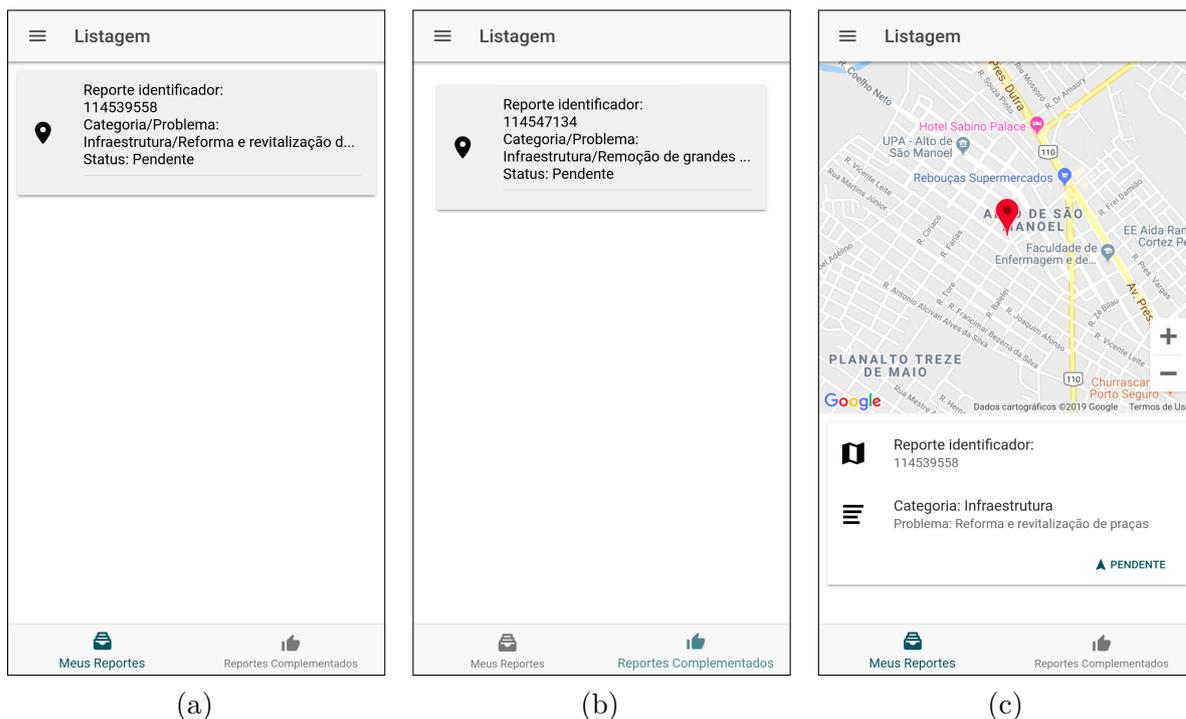
Figura 20 – Reportes Próximos, Modal de Complementar, Complementar Reporte.



Fonte – Autoria própria (2019).

A função de listagem exibe uma prévia com alguns dados dos reportes, como Identificador, Categoria, Problema e *Status*. A página Meus Reportes, Figura 21a, apresenta apenas os reportes realizados pelo usuário da aplicação, já a interface Reportes Complementados, Figura 21b, apresenta apenas os reportes que o usuário de alguma forma complementou. Ao selecionar um reporte, complementado ou não, o mesmo é exibido em uma tela de forma individual, como indicado na Figura 21c.

Figura 21 – Meus Reportes, Reportes Complementados, Ver Reporte.



(a)

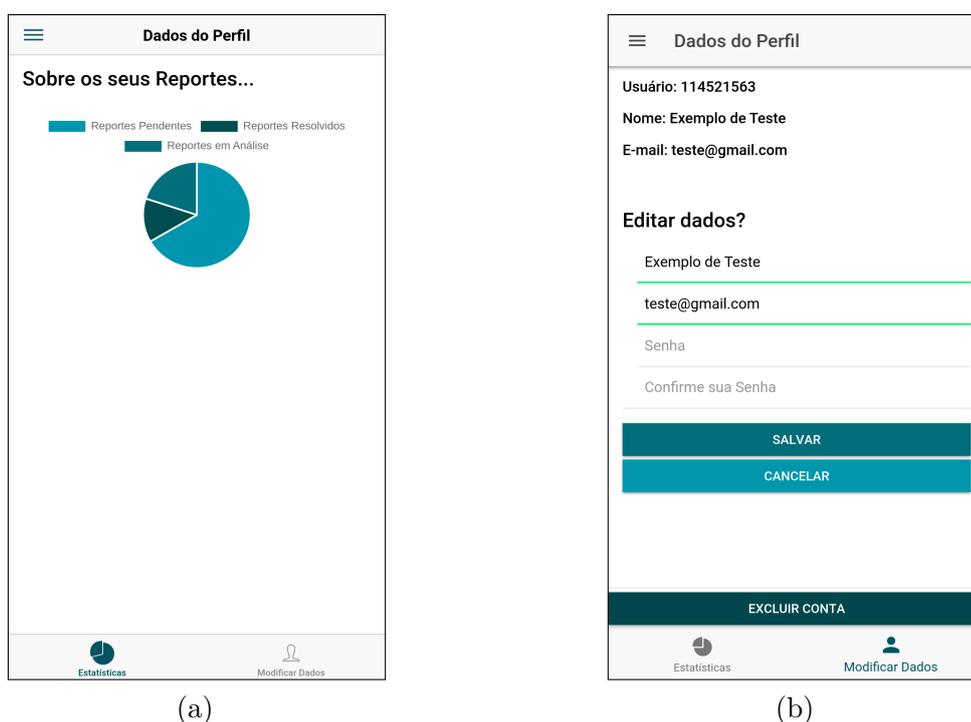
(b)

(c)

Fonte – Autoria própria (2019).

A opção Ver Perfil possibilita ao usuário verificar suas Estatísticas, Figura 22a, onde é apresentado um gráfico baseado nos *Status* dos reportes do município. A aba Modificar Dados, Figura 22b, permite alterar os dados cadastrais do usuário, assim como excluir o cadastro na aplicação.

Figura 22 – Estatísticas e Meus Dados.



Fonte – Autoria própria (2019).

5.2 Validação

Para avaliar as interfaces foi realizado um teste de usabilidade. Segundo Silva, Bagatini e Frozza (2019, p. 68) a usabilidade “trata da capacidade da aplicação de ser compreendida, aprendida e operada” pelo usuário da aplicação. A usabilidade precisa gerar praticidade de uso, e ainda deve garantir a interação do usuário com o sistema de forma eficiente e efetiva. (LIMA et al., 2018).

Para a validação da proposta foi utilizada a técnica proposta por Costa et al. (2016), denominada de *Userbility*. Essa busca avaliar a usabilidade e a experiência dos usuários que utilizam aplicações móveis. Com base nessa metodologia foi desenvolvido um questionário com 12 questões para a realização do teste. Ainda foi realizado um teste prático, que solicitava ao usuário da aplicação realizar um reporte da categoria *Infraestrutura*, com o problema *Buraco na Rua* e de prioridade *Baixa*.

O teste contou com a participação de 20 estudantes da UERN dispostos a testar a aplicação. Os mesmos vêm de diferentes cursos como Ciência da Computação, Pedagogia, Serviço Social, Física. Após uma breve introdução ao aplicativo e seu objetivo foi solicitado que os estudantes realizassem seus cadastros no aplicativo.

Após o cadastro, e *Login* no sistema, um período de adaptação foi dado para que os mesmos se acostumarem com a interface do aplicativo. Em média, cada usuário utilizou a

interface por 3 minutos onde puderam familiarizar-se com o ambiente e *layout* do sistema. Em seguida foi solicitado que realizassem a tarefa prática de realizar um reporter.

Com a realização do reporte sugerido observou-se que o tempo necessário para realizar a tarefa proposta foi em média de 39 segundos, a partir da tela inicial do sistema. Após a experiência prática, os participantes responderam o questionário de usabilidade.

A Tabela 5 apresenta as questões de usabilidade presentes no questionário. As alíneas de 1 à 5 focam-se em entender o comportamento do sistema em relação às expectativas do cidadão. Com base nos resultados observados nessas interrogativas constata-se que as interfaces desenvolvidas apresentam uma boa interação com o usuário e apresentam um bom fluxo de atividade em relação a utilização do aplicativo. Também é possível observar que o sistema consegue deixar claro quais são as funcionalidades e etapas seguintes para se realizar as tarefas. Ainda verifica-se que o Reporte Cidadão apresenta o retorno esperado pelo cidadão ao realizar as tarefas.

Com base nos resultados obtidos nas alíneas de 6 à 9 percebe-se que os *layouts*, distribuição das informações, botões, ícones e imagens estão em harmonia com a utilização do aplicativo. Logo, conclui-se que os mesmos e a construção das interfaces não tornaram o uso do aplicativo dispendioso ou confuso, mais intuitivo. de maneira a tornar a experiência de uso mais simples para o cidadão.

A interrogativa número 10, apresentou uma aceitação afirmativa em 90% dos casos (18 participantes). Os outros 10% (2 participantes) queixaram-se de problemas ao executar funções específicas no aplicativo, como erros na função sair. A pergunta 11 apresentou uma resposta positiva de 95% (19 participantes). Logo, observa-se que o aplicativo mesmo em estado de erro consegue guiar o usuário a correção do mesmo, de forma a normalizar a utilização do sistema.

A assertiva número 12, apresentou um aceitação de 95% (19 dos participantes). Essa, visa entender a complexidade da aplicação em relação a sua utilização descontinuada, pois se o aplicativo apresenta-se regras de negócio complexas o usuário teria problemas em entender o comportamento do mesmo após um tempo sem utilizá-lo.

Tabela 5 – Questões de Usabilidade do Questionário.

Nº	PERGUNTA	SIM (%)	NÃO (%)
1	O aplicativo fornece o estado do sistema, feedbacks e as mensagens de alerta imediatamente?	100%	0%
2	O usuário consegue entender qual o próximo passo para realizar uma tarefa?	100%	0%
3	O usuário consegue identificar as tarefas similares?	100%	0%
4	As informações estão em uma lógica natural no aplicativo?	100%	0%
5	O usuário recebe informação suficiente para evitar cometer erros?	100%	0%
6	O usuário consegue compreender os símbolos, ícones e textos?	100%	0%
7	Controles e botões se destacam do restante do layout e deixam claro que são clicáveis?	100%	0%
8	O <i>layout</i> e a forma de navegação entre as telas do aplicativo são consistentes e intuitivas?	100%	0%
9	Os textos, <i>menus</i> e imagens são simples, diretos e sem informação desnecessária?	100%	0%
10	O usuário pode iniciar, sair, cancelar ou refazer uma tarefa no aplicativo a qualquer momento	90%	10%
11	O usuário consegue reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros realizados durante o uso do aplicativo?	95%	5%
12	O usuário consegue utilizar o sistema sem a necessidade de lembrar, apenas reconhecendo as opções do sistema?	95%	5%

Fonte – Autoria própria (2019).

6 Considerações Finais

Em decorrência do êxodo rural, desenvolvimento da indústria e falta de planejamento, as cidades passaram a apresentar graves problemas urbanos. Esse inchaço propiciou grandes perdas para serviços de distribuição de água, energia elétrica, transportes coletivos e outros serviços públicos. Ao mesmo tempo que as cidades cresciam o seu desenvolvimento foi prejudicado devido à falta de investimento em planejamento e manutenção das estruturas já consolidadas.

O planejamento urbano e as formas que as cidades assumem com o passar do tempo geram impactos na qualidade de vida dos cidadãos. Mesmos pequenos problemas urbanos podem se tornar grandes problemas para o município. Em virtude da globalização as cidades passaram a informatizar e integrar seus serviços aos meios digitais. Por conseguinte, essas passaram a ter soluções mais rápidas que diminuem os impactos do crescimento acelerado, que muitas vezes é confuso e desorganizado.

As cidades, em diversos países, passaram a integrar soluções tecnológicas que permitem a melhoria dos seus serviços e proporcionam celeridade na resolução dos problemas urbanos. Essas novas abordagens se baseiam no uso de tecnologias e trazem a tona o conceito de Cidades Inteligentes, ou *Smart Cities*. Com esse novo contexto urbano os órgãos passaram a oferecer programas de ouvidorias e aplicativos para a comunicação entre gestores e cidadãos. Essa inclusão tecnológica proporcionou transparência às atividades e favoreceu comunicação bidirecional entre cidadão-gestor.

À vista disso este trabalho resultou na criação de um aplicativo híbrido. Esse auxilia o cidadão a reportar problemas urbanos aos gestores e responsáveis. Durante o estudo de aplicações similares observou-se que os aplicativos disponíveis no mercado poucas vezes trazem abordagens que categorizam e complementam reportes já criados. Logo, aplicativos como o aqui proposto apresentam características que fazem da tarefa de reportar um problema interativa, rápida, fácil.

O Reporte Cidadão foi desenvolvido sobre o *Ionic* e *Apache Cordova*, ambos *frameworks* baseados em *JavaScript* que utilizam a plataforma de desenvolvimento *Node.js*. Ainda para a criação do projeto foi estudado o modelo de arquitetura REST e o protocolo HTTP, pois as mensagens trocadas entre as interfaces desenvolvidas e a API *Urb* trabalham com esse modelo arquitetural e protocolo de comunicação. A API do *Google Maps* oferece os recursos de posicionamento e renderização dos mapas utilizados no aplicativo.

A ferramenta foi validada por meio de um teste de usabilidade baseado na técnica *Userbility*. Durante o mesmo foi observado um bom desempenho do aplicativo em relação a interação com o usuário. Os requisitos de interface analisados se mostraram bem aceitos e

úteis aos cidadãos. Um teste prático foi realizada a fim de medir o tempo necessário para a realização de um reporte, constatou-se um baixo tempo para a realização da atividade.

6.1 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros pode-se elencar o desenvolvimento de uma plataforma *web*. Essa irá possibilitar os usuários que não utilizam o aplicativo verificar os problemas urbanos da sua cidade. Salienta-se que será criada para o Reporte Cidadão uma interface voltada aos gestores e responsáveis. Ela fornecerá os recursos apresentados na Seção 4 deste trabalho.

Para uma maior integração da proposta à cidade e a resolução de problemas uma terceira interface vai ser implementada, esta desta vez fornecerá ao responsável por executar a resolução do problema ferramentas de registro da atividade de manutenção solicitada. Dessa forma dados sobre o reparo/conserto do problema podem ser mais detalhados e ainda contribuem diretamente com a transparência, já que um conjunto maior de dados será agregado ao reporte.

Ferramentas de gamificação irão ser adicionadas à interface do Reporte Cidadão em sua versão voltada ao Cidadão, assim novos estímulos podem ser adicionados a utilização da ferramenta. Ainda serão realizados novos casos de teste com o projeto, para verificar situações e cenários que não puderam ser averiguadas no teste de usabilidade. A integração do aplicativo com redes sociais será estendida para aumentar o alcance do reporte via redes sociais.

Ainda serão implementadas ferramentas de monetização no sistema. Onde, a partir da compra de uma licença ou de dados o usuário poderá verificar detalhes e informações sobre certas regiões de interesse para o mesmo. Por fim uma documentação mais extensiva para todo o projeto será desenvolvida.

Referências

- ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, v. 22, p. 2015, 02 2015.
- ALMEIDA, E.; GIACOMINI, L. B.; BORTOLUZZI, M. G. Mobilidade e acessibilidade urbana-. *Seminário Nacional de Construções*, 2013.
- ANDRADE, J. N.; GALVÃO, D. C. O conceito de smart cities aliado à mobilidade urbana. *REVISTA HUM@ NAE*, v. 10, n. 1, 2016.
- ANGULAR. *Angular*. 2019. Documentação do Framework Angular. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://docs.angularjs.org/guide/introduction>>.
- ANTTIROIKO, A.-V.; VALKAMA, P.; BAILEY, S. J. Smart cities in the new service economy: Building platforms for smart services. *AI Soc.*, Springer-Verlag, London, UK, UK, v. 29, n. 3, p. 323–334, ago. 2014. ISSN 0951-5666. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00146-013-0464-0>>.
- Apache Cordova. *Apache Cordova*. 2019. Documentação do Apache Cordova. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://cordova.apache.org/docs/en/latest/>>.
- App Store. *App Store*. 2019. App Store. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://itunes.apple.com>>.
- ARANGODB. *ArangoDB Documentation*. 2019. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://docs.arangodb.com/3.3/Manual/index.html>>.
- ARROUB, A. et al. A literature review on smart cities: Paradigms, opportunities and open problems. In: IEEE. *2016 International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)*. [S.l.], 2016. p. 180–186.
- BACHENDORF, C. F. et al. *Inteligência, sustentabilidade e inovação nas cidades: uma análise da mobilidade urbana de Pato Branco-PR*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- BONFIM, F. L.; LIANG, M. Aplicações escaláveis com mean stack. *Monografia (Graduação)*, 2014.
- BOOTSTRAP. *Bootstrap*. 2019. Documentação do Bootstrap. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://getbootstrap.com/>>.
- BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. regulamenta os arts. 182 e 183 da constituição federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 2001.
- Byte Able Namibia. *Save My City Namibia*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<http://save.byteable.com.na/>>.
- Caique Soares. *Prefeitura360*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<http://prefeitura360.com.br/web>>.

- CÂMARA, S. F. et al. Cidades inteligentes no nordeste brasileiro: análise das dimensões de trajetória e a contribuição da população. *Cadernos Gestão Pública e Cidadania*, v. 21, n. 69, 2016.
- CARVALHO, G. A. et al. Plataforma rota: Histórico, desafios e soluções para segurança pública em cidades inteligentes. In: *1º Workshop Brasileiro de Cidades Inteligentes (WBCI 2018)*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2018. v. 1. Disponível em: <<http://portaldeconteudo.sbc.org.br/index.php/wbc/article/view/3228>>.
- CHOURABI, H. et al. Understanding smart cities: An integrative framework. In: *IEEE. 2012 45th Hawaii international conference on system sciences*. [S.l.], 2012. p. 2289–2297.
- CONEJO, M. P.; MORAES, G. H. S. M. de. E-government in são paulo: the case of the restructuring of channel 156 in the city of limeira. *Informação & Sociedade: Estudos*, v. 26, n. 3, 2016.
- COSTA, I. N. d. et al. Userbility: uma técnica para avaliação da experiência do usuário e usabilidade em aplicativos móveis. Universidade Federal do Amazonas, 2016.
- CUNHA, M. A. et al. *Smart cities: transformação digital de cidades*. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania, 2016.
- DIAS, L. C. et al. Um estudo sobre aspectos de uma cidade inteligente identificados pelos habitantes de são josé dos campos-s. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 14, n. 2, 2018.
- DINIZ, e. a. Análise dos problemas urbanos do centro da cidade de jacaré. p. 5–6, 2011.
- DOGLIO, F. *Pro REST API Development with Node. js*. [S.l.]: Apress, 2015.
- DUNKA, B.; EMMANUEL, E.; OYERINDE, Y. Hybrid mobile application based on ionic framework technologies. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research*, v. 04, p. 3121–3130, 12 2017.
- Eddydata TecnologiaSocial. *Minha Cidade Digital*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=minhacidadedigital.com.br.minhacidade>>.
- ESTEVEZ, E.; LOPES, N.; JANOWSKI, T. Smart sustainable cities: Reconnaissance study. International Development Research Center, 2016.
- EXPRESS. *Framework Express*. 2019. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://expressjs.com/>>.
- FELIX, D. S. *Tecnologias para controle de acesso em sistemas de monitoramento em espaços urbanos inteligentes*. 2018. Monografia (Bacharel em Engenharia de Telecomunicações), UFF (Universidade de Federal Fluminense), Niterói, Brazil.
- Ferreira Filho, O. F. *Serviços semânticos: uma abordagem RESTful*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2011.
- FGV, P. *CIDADES INTELIGENTES E MOBILIDADE URBANA*. Rio de Janeiro: FGV PROJETOS, 2015. ISSN 19844883.

- FIELDING, R. et al. *RFC 2616: Hypertext transfer protocol–HTTP/1.1*. [S.l.]: June, 1999.
- FIELDING, R. T.; TAYLOR, R. N. *Architectural styles and the design of network-based software architectures*. [S.l.]: University of California, Irvine Doctoral dissertation, 2000. v. 7.
- FONSECA, L. d. O. *Urbanização e variação climática na Região Nordeste do Brasil*. Dissertação (Mestrado) — UFBA, 2017.
- G2Mobile. *Ouvidoria Catanduva SP*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=minhacidadedigital.com.br.minhacidade>>.
- GARCIA, H. B. et al. A dualidade das cidades inteligentes: melhoria da qualidade de vida ou controle informacional? *Informação & Sociedade: Estudos*, v. 26, n. 3, 2016.
- GIFFINGER, R.; GUDRUN, H. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities? *ACE: architecture, city and environment*, Centre de Política del Sòl i Valoracions-Universitat Politècnica de Catalunya, v. 4, n. 12, p. 7–26, 2010.
- GIFFINGER, R.; HAINDLMAIER, G.; KRAMAR, H. The role of rankings in growing city competition. *Urban Research & Practice*, Taylor & Francis, v. 3, n. 3, p. 299–312, 2010.
- GITLAB. *GitLab*. 2019. Documentação do GitLab. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://gitlab.com/>>.
- GLASMEIER, A.; CHRISTOPHERSON, S. *Thinking about smart cities*. [S.l.]: Oxford University Press UK, 2015.
- Google Maps. *Google Maps*. 2019. Documentação do Google Maps. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/>>.
- Google Play. *Google Play*. 2019. Google Play. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps>>.
- GRIFFITH, C. *Mobile App Development with Ionic, Revised Edition: Cross-Platform Apps with Ionic, Angular, and Cordova*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2017.
- Grupo RBS. *Pelas Ruas*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.gruporbs.pelasruas>>.
- GUEDES, G. T. *UML 2-Uma abordagem prática*. [S.l.]: Novatec Editora, 2018.
- HAYERBEKE, M. *Eloquent javascript: A modern introduction to programming*. [S.l.]: No Starch Press, 2014.
- HONDA, S. C. d. A. L. et al. Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em presidente prudente (sp). *Revista Brasileira de gestão urbana*, v. 7, n. 1, p. 62–73, 2017.
- HUGHES-CROUCHER, T.; WILSON, M. *Node: Up and running: Scalable server-side code with JavaScript*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2012.
- Interativo.Co. *Cidade Linda*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.interativo.cidadeLinda>>.

- IONIC. *Ionic*. 2019. Documentação do IONIC. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://ionicframework.com/docs/>>.
- ISMAGILOVA, E. et al. Smart cities: Advances in research—an information systems perspective. *International Journal of Information Management*, Elsevier, v. 47, p. 88–100, 2019.
- KANTER, R. M.; LITOW, S. S. Informed and interconnected: A manifesto for smarter cities. 2009.
- KIM, S.; LEE, J. E-participation, transparency, and trust in local government. *Public Administration Review*, Wiley Online Library, v. 72, n. 6, p. 819–828, 2012.
- KITCHIN, R. The real-time city? big data and smart urbanism. *GeoJournal*, Springer, v. 79, n. 1, p. 1–14, 2014.
- KUMAR, H.; MUSTAFA, S. Z.; GUPTA, S. 3smart people for smart cities: A behavioral framework for personality and roles. In: *Advances in Smart Cities*. [S.l.]: Chapman and Hall/CRC, 2017. p. 35–42.
- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. *Redes de Computadores, Uma Abordagem Top-Down*. [S.l.]: Pearson, 2013.
- LEE, J.; OH, J. J. What motivates a citizen to take the initiative in e-participation?: the case of a south korean parliamentary hearing. *Communications of the ACM*, ACM, v. 61, n. 12, p. 56–61, 2018.
- LEMOS, A. Cidades inteligentes. *GV-executivo*, v. 12, n. 2, p. 46–49, 2013.
- LIMA, I. F. de et al. Avaliando a usabilidade dos websites de editoras universitárias brasileiras. *Ciência da Informação em Revista*, v. 5, n. 2, p. 42–53, 2018.
- LOPES, S. *Aplicações mobile híbridas com Cordova e PhoneGap*. [S.l.]: Editora Casa do Código, 2016.
- MAHDIA, F.; NOVIYANTO, F. Pemanfaatan google maps api untuk pembangunan sistem informasi manajemen bantuan logistik pasca bencana alam berbasis mobile web (studi kasus: badan penanggulangan bencana daerah kota yogyakarta). *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, Universitas Ahmad Dahlan, v. 1, n. 1, p. 162–171, 2013.
- Maiora Labs Srl. *WeDU! Decoro Urbano*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://www.decorourbano.org/>>.
- MARQUES, A. I. A. *Desenvolvimento de API para aplicação cloud*. Tese (Doutorado) — Instituto Politécnico de Leiria, 2018.
- MASSE, M. *REST API Design Rulebook: Designing Consistent RESTful Web Service Interfaces*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2011.
- MATOS, B. R. D.; BRITTO, J. G. de. *Estudo comparativo entre o desenvolvimento de aplicativos móveis utilizando plataformas nativas e multiplataformas*. 2017.
- Metasix Tecnologia. *SP156*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://sp156.prefeitura.sp.gov.br/portal/servicos>>.

- MOURA, A. M. d. *Planejamento urbano e planejamento de transporte: uma relação desconexa?* Tese (Doutorado) — UnB, 2017.
- NAM, T.; PARDO, T. A. Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context. In: ACM. *Proceedings of the 5th international conference on theory and practice of electronic governance*. [S.l.], 2011. p. 185–194.
- NÓBREGA, F. A. R. et al. Infraestrutura urbana: infraestrutura e o crescimento populacional no brasil. *Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT*, v. 1, n. 2, p. 19–25, 2013.
- NODE.JS. *Node.js*. 2019. Documentação do Node.js. Acessado em 2019. Disponível em: <<http://nodejs.org/>>.
- Nuno Corte. *Problemas Urbanos*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ionicframework.problemasurbanos595575>>.
- ODGAARD, M. P. Javascript type inference using dynamic analysis. *Master's thesis, Aarhus University*, 2014.
- ONU, N. U. United nations e-government survey 2014: E-government for the future we want. *United Nations Department of economic and social affairs*, 2014.
- ONU, N. U. *Revision of World Urbanization Prospects*. [S.l.]: UN Department of Economic and Social Affairs, 2018.
- ONU, N. U. *World Urbanization Prospects 2018*. 2018. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>>.
- PASSOS, L. A. dos et al. Processo de expansão versus sustentabilidade urbana: reflexão sobre as alternativas de deslocamento na cidade de João Pessoa, pb. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 4, n. 1, p. 47–59, 2017.
- PHAN, H. *Ionic Cookbook*. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2015.
- PRADO, K. C. D. S. P. E. d. *SMART CITIES: CONCEITO, INICIATIVAS E O CENÁRIO CARIOCA*. 2014. Monografia (Engenharia Ambiental), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica), Rio de Janeiro, Brazil.
- Prefeitura de Cascavel. *Particity Cidadão*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<http://particity.cascavel.pr.gov.br/>>.
- PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software-8ª Edição*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016.
- REIS, É. V. B.; VENÂNCIO, S. R. O direito à cidade e a participação popular no planejamento urbano municipal. *Direito e Desenvolvimento*, v. 7, n. 2, p. 222–247, 2016.
- REPORTCity. *ReportCity*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<http://www.reportcity.com.br/>>.
- RICHARDSON, L.; RUBY, S. *RESTful web services*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2008.

- RODRIGUES, L.; PRADO, A. F. do. Desenvolvimento de aplicações móveis com serviços restful e html5. *Revista TIS*, v. 3, n. 2, 2014.
- ROLNIK, R.; SAULE JÚNIOR, N. Estatuto da cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos. *Brasília: Polis*, 2001.
- ROVER, A. J. Governo eletrônico e inclusão digital. *Florianópolis: Fundação Boiteux*, p. 150, 2009.
- RUPTIVA. *Nossa Cidade Melhor*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ruptiva.nossacidademelhor>>.
- SANTANA, E. F. Z. et al. Software platforms for smart cities: Concepts, requirements, challenges, and a unified reference architecture. *ACM Comput. Surv.*, ACM, New York, NY, USA, v. 50, n. 6, p. 78:1–78:37, nov. 2017. ISSN 0360-0300. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/3124391>>.
- SANTIS, R. et al. Smart city: fact and fiction. *MPRA WP 54536*, 03 2014.
- SANTOS, P. M.; BERNARDES, M. B.; MEZZARROBA, O. E-democracia: possibilidades e a experiência brasileira frente aos novos sistemas. *Democracia eletrônica. Zaragoza: Prensas Universitarias*, p. 53–71, 2010.
- SANTOS, P. M.; BERNARDES, M. B.; ROVER, A. J. Teoria e prática de governo aberto: lei de acesso à informação nos executivos municipais da região sul. *Florianópolis: Fundação Boiteux*, p. 19, 2012.
- SANTOS, P. M. et al. Governo eletrônico no brasil: análise dos fatores críticos de sucesso e dos novos desafios. In: *JAIHO—SIMPOSIO ARGENTINO DE INFORMÁTICA Y DERECHO*. [S.l.: s.n.], 2010. v. 39, p. 2045–2057.
- SAUDATE, A. *REST: Construa API's inteligentes de maneira simples*. [S.l.]: Editora Casa do Código, 2014.
- SCHEDLER, K.; GUENDUEZ, A. A.; FRISCHKNECHT, R. How smart can government be? exploring barriers to the adoption of smart government. *Information Polity*, IOS Press, n. Preprint, p. 1–18, 2019.
- SEVERANCE, C. Javascript: Designing a language in 10 days. *Computer*, IEEE, v. 45, n. 2, p. 7–8, 2012.
- SHAHROUR, I.; SIANO, P.; VERGURA, S. Introducing smart cities: A transdisciplinary journal on the science and technology of smart cities. *Smart Cities*, v. 1, 07 2018.
- SHEHAB, M.; ALJARRAH, A. Reducing attack surface on cordova-based hybrid mobile apps. In: . [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–8.
- SILVA, E. P. A.; SOTTO, E. C. S. A utilização do ionic framework no desenvolvimento de aplicações híbridas em arquitetura orientada a serviço. *Revista Interface Tecnológica*, v. 15, n. 1, p. 97–108, jun. 2018. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/333>>.
- SILVA, M. S. da; BAGATINI, D. D.; FROZZA, R. Usabilidade do sistema de gestão de finanças públicas do estado do rio grande do sul. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 11, n. 1, p. 67–79, 2019.

- SILVA, W. M. da et al. Smart cities software architectures: a survey. In: ACM. *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing*. [S.l.], 2013. p. 1722–1727.
- SOARES, E. d. F. A. *API URB: UMA API REST PARA GERENCIAMENTO DE PROBLEMAS URBANOS*. 2019. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação), UERN (Universidade do Estado do Rio Grande do Norte), Mossoró, Brasil.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de software*. PEARSON BRASIL, 2011. ISBN 9788579361081. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=H4u5ygAACAAJ>>.
- SOUSA, F. A. d. *Ação e Reação*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=io.ionic.acaoereacao>>.
- SOUSA, F. P. de. Criação de framework rest/hateoas open source para desenvolvimento de apis em nodejs. 2015.
- SVENNERBERG, G. *Beginning Google Maps API 3*. [S.l.]: Apress, 2010.
- Ugeda Júnior, J. C. Planejamento da paisagem e planejamento urbano: reflexões sobre a urbanização brasileira. *Revista Mato-Grossense de Geografia*, v. 17, n. 1, 2016.
- Urbest. *Urbest*. 2019. Acessado em março de 2019. Disponível em: <<https://urbest.io/>>.
- Visual Studio Code. *Visual Studio Code*. 2019. Documentação do Visual Studio Code. Acessado em 2019. Disponível em: <<https://code.visualstudio.com/>>.
- WEISS, M. C. Cidades inteligentes: Uma visão sobre a agenda de pesquisas em tecnologia da informação| smart cities: An overview on the research agenda in information technology. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação (Brazilian Journal of Management & Innovation)*, v. 6, n. 3, p. 162–187, 2019.
- XAVIER, O. C. et al. Serviçosweb semânticos baseados em restful um estudo de caso em redes sociais online. Universidade Federal de Goiás, 2011.
- YUSUF, S. *Ionic Framework By Example*. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2016.