

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

GILMAR MARGOTI DE MEDEIROS JUNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE APLICATIVO MÓVEL COM A
INTEGRAÇÃO COM A FERRAMENTA GOOGLE MAPS E O COMPONENTE GPS
DOS SMARTPHONES VOLTADO AO AUXÍLIO NO TRANSPORTE PÚBLICO DA
CIDADE DE CRICIÚMA**

CRICIÚMA

2018

GILMAR MARGOTI DE MEDEIROS JUNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE APLICATIVO MÓVEL COM A
INTEGRAÇÃO COM A FERRAMENTA GOOGLE MAPS E O COMPONENTE GPS
DOS SMARTPHONES VOLTADO AO AUXÍLIO NO TRANSPORTE PÚBLICO DA
CIDADE DE CRICIÚMA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Me. Luciano Antunes

CRICIÚMA

2018

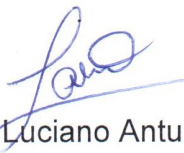
GILMAR MARGOTI DE MEDEIROS JUNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE APLICATIVO MÓVEL COM A
INTEGRAÇÃO COM A FERRAMENTA GOOGLE MAPS E O COMPONENTE GPS
DOS SMARTPHONES VOLTADO AO AUXÍLIO NO TRANSPORTE PÚBLICO DA
CIDADE DE CRICIÚMA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Dispositivos Móveis.

Criciúma, 27 de novembro de 2018.

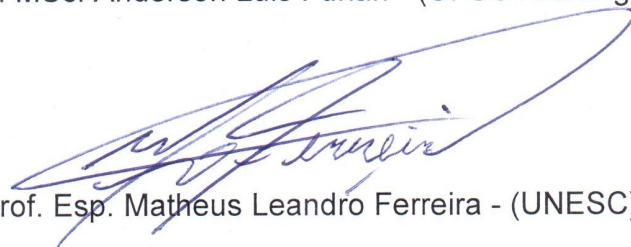
BANCA EXAMINADORA



Prof. MSc. Luciano Antunes - (UNESC) - Orientador



Prof. MSc. Anderson Luis Furlan - (UFSC Araranguá)



Prof. Esp. Matheus Leandro Ferreira - (UNESC)

Dedico este trabalho a minha família e as pessoas que estiveram ao meu lado me apoiando ao longo desta caminhada, para que esse sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado saúde, fé e forças para superar todas as dificuldades encontradas.

À minha família e amigos, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e incentivando a conclusão deste trabalho.

Ao meu professor orientador Luciano Antunes, que compartilhou conhecimentos e experiências, sempre me motivou e acreditou no meu potencial. Aos demais docentes do curso de Ciência da Computação, que ao decorrer destes anos, compartilharam seus conhecimentos da melhor forma possível, agregando muito valor na minha vida acadêmica e pessoal.

**“O único lugar onde o sucesso vem antes
do trabalho é no dicionário.”**

Albert Einstein

RESUMO

Aparelhos como dispositivos móveis, mais conhecido como smartphones, vem popularizando-se a cada dia, tornando-se um objeto essencial, devido a sua praticidade e aos seus recursos avançadas. Devido a este grande consumo de smartphones, há também o aumento no desenvolvimento de aplicativos móveis, devido a maior interação com seus usuários, uma fonte de dados específica ao público alvo, utilização de recursos gráficos e de interface proporcionando um uso mais ágil e agradável para o usuário. Além do crescimento dos smartphones e aplicativos móveis, há também, uma crescente demanda de veículos nas vias públicas, ocasionando congestionamentos e até mesmo acidentes de trânsito, devido a isto, os meios de transportes urbanos estão sendo vistos de outras formas, ganhando mais espaço entre a população. O uso dos aplicativos voltados para a mobilidade urbana vem difundindo-se e incentivando os usuários ao uso dos mesmos. Diante disto, foi desenvolvido um projeto, que consiste integrar as áreas de Ciência da Computação com Mobilidade urbana, a fim de utilizar os recursos internos do smartphone para a criação de um protótipo de aplicativo móvel na plataforma Android, que disponibilize a localização em tempo real de um ponto específico no mapa, por meio do GPS dos aparelhos móveis junto com a integração com a ferramenta Google Maps API. Também foi feita adaptações no mapa disponibilizado pela Google, como a criação de linhas e marcadores, referente as linhas de ônibus do transporte público da cidade de Criciúma, como também, horários, rotas e paradas. Para isso foi realizado estudos sobre mobilidade urbana, geolocalização, mapas, GPS, Google Maps API, geração de chave para utilização de APIs da Google, banco de dados SQLite em dispositivos móveis além do estudo das plataformas de desenvolvimento Android e utilização de ferramentas. Todos os testes do protótipo de aplicativo móvel foram feitos no smartphone Samsung Galaxy J5 PRO. Demonstrando desta forma que é possível trazer aos meios tecnológicos informações das mais variadas áreas existentes, a fim de disponibilizar ao usuário final, a praticidade do processo.

Palavras chave: Android, GPS, Mobilidade Urbana.

ABSTRACT

Mobile devices, known as smartphones, are being popularized over the time and becoming a essential object, due it is practicality e advanced resources. The big smartphone consume has also incresed the devolepment of mobile apps, because there is more interaction with users, a specific data bank to the target public, use of graphic resources and interface, make it is use more agile and pleasent to the user. Beside the growing of the smartphones and mobile apps, there are also the growing demand of automobiles in the public ways, causing trafic jam and even though car accidents. Because of that, public transport has being seeing with other perspectives, gaining more space between population. The use of applications aimed at urban mobility has been spreading and encouraging users to use them. In view of this, a project was developed, which consists of integrating the areas of Computer Science with Urban Mobility, in order to use the internal resources of the smartphone for the creation of a mobile application prototype on the Android platform, which provides real-time location of a specific point on the map through the GPS of the mobile devices along with the integration with the Google Maps API tool. Also made adaptations in the map made available by Google, such as the creation of lines and markers, referring to public transport bus lines in the city of Criciúma, as well as schedules, routes and stops. For this, we carried out studies on urban mobility, geolocation, maps, GPS, Google Maps API, key generation for use of Google APIs, SQLite database on mobile devices besides studying Android development platforms and using tools. All tests of the mobile app prototype were made on the Samsung Galaxy J5 PRO smartphone. Demonstrating in this way that it is possible to bring to the technological media information of the most varied areas, in order to provide the end.

Keywords: Android, GPS, Urban Mobility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sede da ASTC	20
Figura 2 – Terminal central de Criciúma	21
Figura 3 – Ponto de ônibus de linha troncal	22
Figura 4 – Ponto de ônibus de linha de bairro.....	22
Figura 5 – Ônibus “Mineirinho”	23
Figura 6 – Ônibus “Amarelinho”	24
Figura 7 – Ônibus “Branquinho”	24
Figura 8 – Placa de horários de ônibus no terminal	25
Figura 9 – Horário de uma linha de ônibus por meio do site da ASTC.....	25
Figura 10 - Aumento do uso dos dispositivos móveis no mundo.....	27
Figura 11 - Evolução da computação.....	28
Figura 12 – Densidade do celular por código DDD	29
Figura 13 – Arquitetura do Android	32
Figura 14 – Estrutura da camada de Framework do Android.....	34
Figura 15 – Arquitetura da camada de biblioteca do Android.....	35
Figura 16 – Emulador do Android.....	38
Figura 17 – Rosa dos ventos.....	40
Figura 18 – Escala gráfica e numérica	41
Figura 19 – Paralelos e Meridianos.....	42
Figura 20 – Classificação das projeções ao tipo de superfície.....	44
Figura 21 – Constelação de satélites GPS.....	47
Figura 22 – Estações de monitoramento GPS	48
Figura 23 – Segmentos do sistema GPS	49
Figura 24 – Localização por meio de quatro satélites	50
Figura 25 – Satélites formando o ângulo de 45°	51
Figura 26 – Informações geradas por m SIG	52
Figura 27 – Diagrama do processo metodológico.....	56
Figura 28 – Diagrama de case de uso do motorista.....	58
Figura 29 – Diagrama de caso de uso do usuário cliente	58
Figura 30 – Versão e SDK Manager do Android Studio.....	60

Figura 31 – Logcat Android Studio	60
Figura 32 – Samsung J5 PRO.....	61
Figura 33 – Modelo lógico da aplicação	62
Figura 34 – Gerar chave de autenticação no servidor do Google	63
Figura 35 – Credencial para gerar a chave de API do Google	64
Figura 36 – Diagrama de atividade do aplicativo CriBus	65
Figura 37 – Estrutura de diretórios do projeto	66
Figura 38 – Arquivo AndroidManifest.xml.....	67
Figura 39 – Tela MainActivity.java.....	68
Figura 40 – Componentes da tela activity_main.xml	69
Figura 41 – Atributos e propriedades da classe Linha.java.....	70
Figura 42 – Arquivo LinhaDAO.java	71
Figura 43 – Classe Banco.java que estende da classe SQLiteOpenHelper.....	71
Figura 44 – Tela activity_mapa.xml.....	72
Figura 45 – Activity MapaActivity.java	73
Figura 46 – Método onCreate() da classe mapa_fragment.java.....	74
Figura 47 – Método onMapReady da classe mapa_fragment.java	74
Figura 48 – Método pegaCordenadaDoEndereco na classe mapa_fragment.java ...	75
Figura 49 – Tela MapaMotoristaActivity.java.....	76
Figura 50 – Processo da sequência de passos do uso do sistema pelo usuário	77
Figura 51 - Processo da sequência de passos do uso do sistema pelo motorista	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOT	<i>Ahead-of-time</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
ART	<i>Android Runtime</i>
ASTC	Autarquia de Segurança, Trânsito e Transportes de Criciúma
AVD	<i>Android Virtual Device</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
DVM	Máquina Virtual <i>Dalvik</i>
GC	<i>Garbage Collector</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
OHA	<i>Open Handset Alliance</i>
PC	Computadores Pessoais
RAM	<i>Random-Access Memory</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
VM	Máquina Virtual
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
NAVSTAR	<i>Navigation Sattelite Timing and Runing</i>
SA	<i>Selective Avariability</i>
GIS	<i>Geographic Information System</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
MVC	<i>Model-view-controller</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3 JUSTIFICATIVA	14
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 MOBILIDADE URBANA	17
2.1 Mobilidade na cidade de Criciúma	18
2.1.1 Astc	19
2.1.2 Transporte coletivo de Criciúma	20
2.1.3 Terminal	21
2.1.4 Ponto de ônibus	21
2.1.5 Frota	23
2.1.6 Horário de ônibus	24
3 DISPOSITIVOS MOVEIS	26
3.1 ANDROID.....	29
3.1.1 História	30
3.1.2 Arquitetura	31
3.1.2.1 Aplicações.....	33
3.1.2.2 Framework.....	33
3.1.2.3 Bibliotecas.....	35
3.1.2.4 Android Runtime.....	36
3.1.2.5 Linux Kernel.....	36
3.1.3 SDK Android	37
3.1.4 Emulador do Android	37
4 MAPEAMENTO GEOGRÁFICO	39
4.1 Cartografia.....	39
4.1.1 Orientação	39
4.1.2 Escala	40
4.1.3 Coordenadas Geográficas	42
4.1.4 Projeções Cartográficas	43

4.1.4.1 Tipos de superfície.....	44
4.1.4.2 Graus de deformação da superfície.....	45
4.2 sistema de posicionamento global	46
4.2.1 Segmento Espacial.....	47
4.2.2 Segmento de Controle Terrestre.....	48
4.2.3 Segmento do Usuário	48
4.2.4 Funcionamento do GPS.....	49
4.2.5 Erros no posicionamento GPS.....	50
4.2.6 GIS	52
4.2.7 API's de mapas.....	52
4.2.7.1 Google Maps.....	53
5 TRABALHOS CORRELATOS.....	54
5.1 Aplicativo para plataforma Android: "BusMaps", informações das linhas de ônibus da cidade de Florianópolis.....	54
5.2 SOLUÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO APLICADO A LOCALIZAÇÃO DE TRANSPORTE PÚBLICO ATRAVÉS DE DISPOSITIVO MÓVEL	54
5.3 Usando dados de GPS para obter informações sobre Variabilidade NO tempo DE viagens em transporte público.....	55
6 INTEGRAÇÃO DO GPS COM O GOOGLE MAPS NO RASTREAMENTO DE UM PONTO ESPECÍFICO PARA AUXILIAR NO TRANSPORTE COLETIVO DE CRICIÚMA	56
6.1 METODOLOGIA.....	57
6.1.1 Levantamento bibliográfico.....	57
6.1.2 Requisitos e funcionamento da aplicação	57
6.1.3 Definição das ferramentas e recursos.....	59
6.1.4 Modelagem.....	61
6.1.5 Gerando API Key do Google Maps	62
6.1.6 Desenvolvimento Android	65
6.1.7 Funcionamento do sistema	76
6.2 Resultados Obtidos	78
7 Conclusão	80

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, mais de 86% da população vive em cidades, aumentando a taxa de urbanização e levando a criação de grandes centros urbanos com problemas de infraestrutura e gestão (BRAGHETTO; KON, 2017).

A busca pelo desenvolvimento sustentável nas cidades é um dos grandes desafios, pondo-as a um novo planejamento e estruturamento do meio urbano, sendo que um dos pontos mais relevantes para o crescimento das mesmas é a mobilidade urbana.

Mobilidade urbana parece ser um conceito novo, mas não é, ele já vem sendo discutido há muitos anos, por ser um dos principais atributos de uma cidade. Ele se refere à forma como as pessoas e bens se deslocam em um perímetro urbano, por meio de vias e toda a infraestrutura disponibilizada, para suprir a necessidade de cada pessoa, ou seja, pensar em mobilidade urbana é também pensar em como as cidades organizam as ocupações da melhor forma possível para a locomoção até elas, da maneira mais fácil possível, pensando nas mais variadas alternativas urbanas como o transporte público e também bicicletas, ou até mesmo a pé (CIDADES, 2005).

Devido ao crescimento urbano, provocado pelo aumento da densidade demográfica, a urbanização das cidades é um ponto essencial para as mudanças nas relações comportamentais e sociais que ocorrem na sociedade. A partir destas mudanças estruturais na sociedade, os deslocamentos de bens e pessoas se tornou rotineiros, como: casa – trabalho ou trabalho – casa. Estes deslocamentos podem ser feitos de várias formas.

À medida que o número de veículos em circulação vem aumentando, haverá um agravamento nas condições de trânsitos. Dados divulgados pelo Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN) em um período de 13 anos (de janeiro de 2000 até janeiro de 2013), afirmam que o crescimento de veículos chegou a 160%, tendo em vista que o crescimento da infraestrutura viária não obteve o aumento necessário para acompanhar este aumento da frota veicular (SCARPATO et al., 2013).

Em 2010 o Brasil registrou, segundo o Ministério da Justiça, 42.844

mortes no trânsito para uma demanda de 64.817.974 veículos, totalizando 661 mortes para cada milhão de veículos. O estado de Santa Catarina está em 6º lugar entre os estados com maior frota de veículos (SCARPATO et al., 2013).

Segundo estes dados do DETRAN e do Ministério da Justiça, se tornou mais comum as pessoas deixarem de se locomover com o próprio carro e optarem por espaços urbanos, onde estes lugares ganham mais significado, diminuindo assim, os problemas de mobilidade urbana.

A cidade de Criciúma, em Santa Catarina, possui problemas de infraestrutura e gestão de trânsito como qualquer outra cidade do Brasil, mas também possui um órgão criado e gerenciado pela prefeitura que se chama Autarquia de Segurança, Trânsito e Transportes de Criciúma (ASTC). Que tem a finalidade de garantir o bem-estar da população proporcionando à segurança, a comodidade, a eficiência no trânsito, e no transporte de Criciúma, por meio de políticas voltadas para a cidadania realizando ações de prevenção e suprimindo a necessidade de segurança pública do cidadão, que compete a esses aos agentes de trânsito de Criciúma, seguindo sempre as normas de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

De acordo com Cardoso et al. (2012) a cidade de Criciúma é cortada de um extremo a outro por uma avenida chamada Avenida Centenário, onde está já presenciou diversos acidentes de trânsitos, atropelamentos, entre outros.

Criciúma não possui trem ou metrô, o que torna o transporte por ônibus o único transporte público com expressividade na cidade.

O sistema integrado de transporte público de Criciúma possui três terminais de integração: Próspera, Centro e Pinheirinho, sendo esses que recebem as linhas alimentadas pelos bairros da redondeza, em seguida recebem estes passageiros destas linhas alimentadoras e redistribui para outras linhas, ou para a linha expressa ou troncal, que interliga estes três terminais, sendo que a linha expressa e troncal atuam exatamente na grande Avenida Centenário. As linhas expressas não param nas paradas disponíveis a fim de reduzir o tempo de viagem entre os terminais. Já a linha troncal atua diretamente no embarque e desembarque dos passageiros entre as 32 paradas que existem entre os terminais (CRICIÚMA, 2013).

Em paralelo, vale ressaltar os avanços na telefonia móvel, tanto nos smartphones como na infraestrutura. Os smartphones estão se tornando cada vez mais populares para geração de informação para fins pessoais. Estes equipamentos trazem bons processadores, capacidade de armazenamento cada vez maior, acesso à internet e *Global Positioning System* (GPS) embutido. Também facilitam o compartilhamento de informações dinâmicas, em tempo real, relacionado aos mais diversos aspectos do cotidiano, inclusive em situações que envolvam o trânsito.

Liderando o mercado de Smartphones, estão os aparelhos que possuem sistema operacional Android, que no segundo trimestre de 2013 o Android aumentou ainda mais sua liderança entre os Smartphones, subindo para 79% das vendas (GARTNER, 2013, tradução nossa).

O Sistema Operacional Android é uma plataforma de software de código aberto criada para uma grande variedade de dispositivos móveis. Seus objetivos primordiais são a criação de uma plataforma de software aberto disponível para operadoras e desenvolvedoras, criando um produto completamente aberto à customização e portabilidade, melhorando a experiência móvel para seus usuários (ANDROID, 2014, tradução nossa).

Um dos objetivos de estudo deste trabalho, aborda o Google Maps API, que é um serviço gratuito de visualização de mapas e rotas fornecida pela Google, mantido desde 8 de fevereiro de 2005. Possuindo grandes documentações que os auxiliam no desenvolvimento do mesmo. Por ser uma ferramenta de acesso livre e facilidade de uso, ela terá a finalidade de traçar as rotas de linhas de ônibus de Criciúma, também será usado o GPS, que é um sistema de posicionamento global, ou seja, ele nos fornece aproximadamente um ponto específico em relação ao planeta, foi criado em 1973 para facilitar os sistemas de navegação, e será usado extremamente para a localização aproximada do ônibus.

No contexto atual, com a procura pelo transporte público na cidade de Criciúma, identificou-se alguns problemas enfrentados por diversas pessoas, como, os horários de partidas dos ônibus fixados nos terminais, além disso, a ASTC fornece em sua página na web a possibilidade de consulta desses horários, mas não existe uma *Application Programming Interface* (API) específica pra que consultas sejam feitas, e embora as informações contenham os itinerários, não existe uma

representação visual em mapa dos mesmos, tornando difícil entender a rota de um ônibus para quem não conhece muito bem a cidade. O presente trabalho pretende abordar o estudo da integração destas tecnologias, para assim, fazer a implementação de um protótipo para a plataforma Android, que busca fornecer as informações de horários de linhas, mas também as rotas disponibilizadas visualmente em mapas, podendo identificar a localização aproximada do veículo em tempo real.

1.1 OBJETIVO GERAL

Integrar a tecnologia GPS e Google Maps por meio da implementação de um protótipo para consulta de rotas, horários e localização aproximada dos ônibus do transporte público de Criciúma.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho aborda temas referentes aos seguintes objetivos específicos:

- a) entender o sistema de transporte público de Criciúma;
- b) adquirir conhecimento do funcionamento do sistema operacional móvel Android;
- c) integrar as tecnologias GPS e Google Maps para obter a localização aproximada de um ponto específico em tempo real;
- d) desenvolver um protótipo de aplicativo móvel com o sistema operacional Android para transporte público;
- e) realizar simulações de teste para obter uma boa funcionalidade.

1.3 JUSTIFICATIVA

Assim como visto por Tavares (2010), o sistema de transporte é um dos recursos mais importantes para a vida econômica e social de um país, este vem sofrendo grande impacto, tendo em vista o grande crescimento da população em um

determinado meio urbano e também o grande número de veículos, sendo assim, gerando um número elevado do limite suportado, ocasionando congestionamentos e até mesmo acidentes de trânsito.

Tendo em vista o grande crescimento de smartphones e também esta grande crescente a procura do transporte urbano, devido às inúmeras questões citadas anteriormente, necessita a utilização das tecnologias como o Google Maps usado para traçar as rotas dos ônibus e até mesmo o uso de uma grande ferramenta chamada GPS para podermos localizar o ônibus na hora exata, a favor do transporte urbano, promovendo e induzindo ainda mais a usabilidade do mesmo para com os cidadãos do município de Criciúma.

O crescente mercado de tecnologia e serviços móveis e os novos modelos de negócios envolvendo mobilidade têm evoluído rapidamente na última década (FALCHUK; LOEB, 2007).

A inclusão de aplicativos voltados a melhorar o acesso à informação dos usuários das linhas de ônibus tem um impacto positivo. As pessoas perdem menos tempo esperando o transporte público, usam com mais frequência e acham a experiência mais agradável (FERRIS, 2011).

Em Criciúma existe uma grande carência de soluções em aplicativos móveis na área de transporte público. Referente aos horários dos ônibus, só estão disponíveis nos terminais ou no próprio site da ASTC, não existe nenhum aplicativo que informam os horários dos ônibus de Criciúma, o que o tornaria muito ágil, prático e eficaz, e a proposta do aplicativo vai além, usando de recursos avançados dos smartphones com sistema operacional Android, para mostrar ao usuário final mapas com os trajetos das linhas e até mesmo a localização exata do ônibus, como uma ferramenta não apenas de consulta de horários, mas de informação completa de como as linhas da cidade operam.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Os temas abordados pelo trabalho foram distribuídos em 7 capítulos, sendo o primeiro composto pela introdução, objetivo geral, objetivos específicos, justificativa e a própria estrutura do trabalho, aqui relatada.

O segundo capítulo se trata de conceitos voltados a mobilidade urbana para o transporte público. Dentre os temas vistos, foram abordados mobilidade urbana no Brasil e no município de Criciúma, e como é o funcionamento em geral do transporte público neste município, ou seja, como eles são dispostos para o cliente em seu dia-a-dia.

O terceiro capítulo apresenta ideias sobre dispositivos móveis, como eles estão diretamente ligados ao ser humano como um dispositivo eletrônico necessário nas tarefas do dia-a-dia. O Android é um sistema operacional para estes tipos de dispositivos com o qual vem se popularizando com seu público alvo, tanto na parte do usuário como também nos desenvolvedores de aplicativos. Escolheu-se este para mostrar a sua história e características devido a popularização do mesmo no usuário final, como também para o desenvolvimento do protótipo, devido ao fácil uso e a ferramentas de código aberto.

No quarto capítulo consta informações sobre a parte de localização, onde as primeiras fontes de localizações encontradas eram sobre estrelas e sol, observando seus movimentos. Com a criação da cartografia, os mapas junto com as coordenadas, facilitaram o acesso a navegação, surgindo mais tarde o GPS, onde utilizamos de satélites orbitais para conseguir localizações de lugares específicos.

No quinto capítulo se evidencia os trabalhos relacionado a este projeto que se utilizam das teorias de mobilidade urbana voltada para o transporte público, como também aplicativos móveis com pesquisas voltadas para a parte de mapas e geolocalização.

No sexto capítulo se mostra os passos realizados durante a elaboração do trabalho proposto e a metodologia utilizada para o seu desenvolvimento, como também, os recursos necessários para o progresso do mesmo. Finalizando com o sétimo capítulo, traz as conclusões do trabalho realizado e sugestões para trabalhos futuros.

2 MOBILIDADE URBANA

Este capítulo contempla um breve resumo a respeito de teorias relacionado à mobilidade urbana, dando ênfase ao transporte público, buscando maior eficiência no processo de mobilidade na região de Criciúma.

Cidadão é um indivíduo que possui obrigações e direitos perante a sociedade, do qual faz parte. Seus principais direitos são acesso à moradia, à saúde, à educação, ao trabalho, ao lazer e à circulação (BRASIL, 2006).

Ao falar de circulação, estamos nos referindo à mobilidade urbana, ou seja, a possibilidade de mobilidade de um indivíduo para um local desejado, ou de aproximação, utilizando os espaços das vias públicas e também um objeto de mobilidade, podendo ser um automóvel ou até mesmo o próprio indivíduo.

Este processo está diretamente relacionado aos direitos dos cidadãos. As pessoas necessitam estar sempre em movimento, ir ao trabalho, escola, igreja, supermercados, entre outros. Os motivos para o uso dos sistemas de circulação são os mais variados. Todo este processo de movimentação e deslocamento devem ser realizados pelo próprio indivíduo em condições seguras e com total autonomia. Em Criciúma o órgão responsável pela garantia do bem-estar da população proporcionando à segurança, a comodidade, a eficiência no trânsito e no transporte de Criciúma é a ASTC.

A mobilidade urbana é essencial para o crescimento de uma cidade, a visão da cidade como um organismo vivo remete a necessidade de suprir os desejos dos usuários, e um dos pontos primordiais para este desenvolvimento é a possibilidade de locomoção (BRASIL, 2006).

Os meios de transporte vêm evoluindo da mesma forma que o homem, ele é um reflexo das nossas necessidades. Devido a estas necessidades, criou-se os mais variados meios de locomoção, dentre eles, o transporte coletivo urbano, que são de grande importância para o crescimento de um município e também para o cotidiano das pessoas, com ele, a grande parte da população se desloca de um lugar para o outro. Este tipo de transporte surge como uma grande finalidade para facilitar o deslocamento das pessoas em torno de sua região.

Basicamente pode-se dividir os meios de transporte em três tipos, o

terrestre, o aéreo e o aquaviário, o terrestre são meios de transporte que ocorre pela terra, o aéreo é realizado pelo ar e o aquaviário é por lagos, rios, mares e oceanos. Em Criciúma o meio de transporte coletivo que tem maior expressividade é o terrestre, devido sua grande frota de ônibus municipais.

2.1 MOBILIDADE NA CIDADE DE CRICIÚMA

A cidade de Criciúma localiza-se na região Sul do Brasil no estado de Santa Catarina, com 192.308 habitantes. O seu nome é derivado de uma gramínea brasileira abundante em suas terras centrais chamadas Criciuma asymmetrica, aparenta um bambu. A fundação de Criciúma aconteceu somente no dia 6 de janeiro de 1880, onde houve o início da colonização do município, com a chegada dos primeiros habitantes italianos com cerca de 20 famílias e totalizando 141 pessoas. Esses imigrantes, apesar das dificuldades, foram eles responsáveis pelo desbravamento da região, construindo casas, escolas, estradas, e a principal atividade econômica era por meio da agricultura. Em 1913, teve o início do ciclo do carvão, com a descoberta de minas, tornando-a conhecida como “Capital Brasileira do Carvão”, o que propulsionou o desenvolvimento econômico (IBGE, 2010).

Para o desenvolvimento de um município, devemos lembrar de um ponto primordial, a mobilidade urbana, ou seja, mobilidade é uma propriedade do que é móvel ou obedece as leis de movimento, já o urbano vem do espaço da cidade, no caso o oposto do rural, que nada mais é um aglomerado populacional.

As cidades brasileiras, como as demais de outros países em desenvolvimento, sofrem com grandes problemas de transporte, trânsito, e qualidade de vida. Os principais fatores que contribuíram para a queda da mobilidade urbana são os poluentes, como as degradações das condições ambientais, a acessibilidade, os grandes engarrafamentos e os grandes índices de acidentes e violências no trânsito (PIRES, 2008).

Como todos os outros municípios, Criciúma também sofre com grandes problemas no transporte, trânsito e qualidade de vida, e os principais pontos a se destacar são a acessibilidade, o grande número de veículos particulares gerando grandes congestionamentos e até mesmo acidentes de trânsito, as condições

ambientais, entre outros.

Apesar do crescimento abundante por veículos particulares, pela praticidade e conforto, em Criciúma temos uma boa opção de transporte coletivo para os cidadãos, pois este transporte ele abrange todos os bairros do município. A frota de ônibus municipais tem a finalidade de transitar nos bairros e nas partes centrais das cidades, pondo em prática a mobilidade na cidade, gerando lucros econômicos, transportando maior número de pessoas comparado com os veículos particulares e também gerando a diminuição de poluentes ao meio ambiente, que está diretamente relacionado com a questão de mobilidade urbana sustentável, ou seja, usar meios de transporte coletivo promovendo a sustentabilidade. Atualmente quem está encarregado de gerenciar toda esta frota de ônibus é um órgão municipal chamado ASTC, comandado pela Prefeitura de Criciúma.

2.1.1 Astc

A ASTC foi criada em 06 novembro de 2009 (Lei 5.390), localizada na Rua Marcos Rovaris nº 443, no município de Criciúma e localizado no Centro da cidade, como mostra na figura 1, faz valer os princípios da universalidade, equidade e integralidade. Esta lei, visa a nova forma de gerir a segurança, o trânsito e transporte, ressaltando a necessidade de promover a proteção da população por meio de implantações de ações regulares. Tem como principais objetivos, garantir a continuidade e o controle do trânsito e do transporte, fiscalizar o transporte e trânsito de pessoas, projetar, implantar e cuidar da manutenção da sinalização das ruas e avenidas, gerenciar os terminais urbanos e rodoviários, gerenciar os estabelecimentos urbanos, carga urbana, coleta e distribuição, taxi, transporte escolar, transporte por fretamento e turístico, a redução de acidentes e sinistros, a prevenção de atividades ilícitas e contribuir para o bem-estar da população, de acordo com a prestação de serviços previsto na Legislação (CRICIÚMA, 2013).

Figura 1 – Sede da ASTC



Fonte: Autor (2016).

2.1.2 Transporte coletivo de Criciúma

O sistema integrado de transporte coletivo do município de Criciúma foi inaugurado em setembro de 1996 e conta com três terminais de integração, prospera, centro e pinheirinho (CRICIÚMA, 2013).

Os terminais citados anteriormente recebem as linhas alimentadoras, e fazem a redistribuição para as outras linhas, através da Avenida Centenário, a principal avenida de Criciúma, onde ela corta a cidade de um extremo ao outro. Essa redistribuição pode ocorrer por meio da linha expressa ou da linha troncal, que interligam os três terminais, a única diferença entre essas duas linhas é que a expressa atua diretamente no horário de pico, onde fará a ligação terminal para terminal sem fazer a pausa nas paradas, a fim de diminuir o tempo de viagem entre os mesmos, já a linha troncal atua diretamente no embarque e desembarque de pessoas entre as instalações de 32 pontos de ônibus, localizado em toda a extensão da Avenida Centenário, por fim, existe também a possibilidade de redistribuição das pessoas para outros bairros diferentes de onde as linhas alimentadoras o trouxeram (CRICIÚMA, 2013).

2.1.3 Terminal

Como falado anteriormente, existem três terminais distintos em três locais diferentes, com a finalidade de redistribuição das linhas alimentadoras. Há dois terminais, um em cada ponta da Avenida Centenário, onde esta corta a cidade de Criciúma, e um terminal no centro da Avenida Centenário, localizado exatamente no centro de Criciúma, como mostra na figura 2. Esta figura ilustra o terminal no centro de Criciúma, o terminal da próspera e do pinheirinho são semelhantes a este. Os 32 pontos de ônibus como falado anteriormente, estão localizados entre os terminais.

Figura 2 – Terminal central de Criciúma



Fonte: Autor (2016).

2.1.4 Ponto de ônibus

Existem dois tipos de pontos de ônibus em Criciúma, os que são específicos para a linha troncal, ou seja, estes estão localizados entre os três terminais na Avenida Centenário, podendo ser usado somente para ir de um terminal ao outro. Existem 32 pontos de ônibus como este entre estes três terminais, serve para o embarque e desembarque de passageiros e também para a melhor redistribuição dos mesmos, como mostra na figura 3.

Figura 3 – Ponto de ônibus de linha troncal



Fonte: Autor (2016).

Também existem os pontos de ônibus que operam somente em bairros, como mostra na figura 4, cada uma linha é diferenciada por um bairro, podendo passar por alguns pontos de ônibus de outros bairros, mas o principal será o que ele realmente opera. Após terminar todo o percurso, o ônibus irá voltar para o terminal, dependendo em qual terminal ele opera e fará a redistribuição para outros tipos de linhas de bairros ou troncal.

Figura 4 – Ponto de ônibus de linha de bairro



Fonte: Autor (2016).

2.1.5 Frota

Existem três tipos de frotas de ônibus no transporte coletivo de Criciúma, são eles, “Mineirinho”, “Amarelinho” e “Branquinho”, todos eles trabalham com horário de saída, ou do terminal ou do bairro (ASTC, 2013).

O “Mineirinho”, como mostra na figura 5, ele é um ônibus executivo e atua diretamente na linha troncal e em algumas linhas específicas de bairros, além de pagar a taxa da passagem é cobrado uma taxa extra devido a disponibilização do ar-condicionado. Este ônibus atua no embarque e desembarque de passageiros, e seu diferencial é não precisar estar no ponto de ônibus, pois ele não possui paradas específicas, mas sim rotas, e também somente poderá entrar se tiver assento disponível, pois ele não opera com pessoas em pé. Este ônibus trabalha com horários de saída a partir do terminal central e também do bairro (ASTC, 2013).

Figura 5 – Ônibus “Mineirinho”



Fonte: ASTC (2016).

O “amarelinho”, como mostra na figura 6, ele atua diretamente no embarque e desembarque de passageiros diretamente pelos 32 pontos de ônibus existentes entre os três terminais de do município, sendo eles, Próspera, Centro e Pinheirinho. Estes ônibus começam a operar as cinco horas da manhã e finalizam com o ultimo horário a meia noite. Os horários de tempo de passagem de um ônibus para o outro, demora em torno de cinco a dez minutos, dependendo do horário do dia, como por exemplo, em horário de pico ele costuma a passar com uma escala de tempo menor tendo em vista de outros horários. Você pode pagar uma passagem somente e se deslocar de um extremo ao outro da avenida (ASTC, 2013).

Figura 6 – Ônibus “Amarelinho”



Fonte: Autor (2016).

Já os “branquinhos”, como mostra na figura 7, eles atuam diretamente nos pontos de ônibus localizados nas linhas específicas de bairros. Eles possuem horários de saída dos terminais de atuação e também dos bairros. Os horários de escala de um ônibus ao outro, demora em torno de vinte minutos.

Figura 7 – Ônibus “Branquinho”



Fonte: ASTC (2016).

Todos estes ônibus descritos anteriormente possuem horários diferenciados para feriados e finais de semana, diminuindo assim a escala de horários.

2.1.6 Horário de ônibus

Os horários de ônibus de todas as linhas que atuam no município de Criciúma se encontram diretamente nos terminais, em uma placa de horários como

mostra na figura 8, e também está disponível no próprio site da ASTC como mostra na figura 9. Os horários são de acordo com a partida do terminal ou do bairro.

Figura 8 – Placa de horários de ônibus no terminal



Fonte: Autor (2016).

Figura 9 – Horário de uma linha de ônibus por meio do site da ASTC

AUTARQUIA DE SEGURANÇA, TRÂNSITO E TRANSPORTE DE CRICIÚMA SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE COLETIVO CENTRAL DE OUVIDORIA - LIGUE 156											
201 - QUARTA LINHA - PORTINARI											
PARTIDAS DO TERMINAL CENTRO						PARTIDAS DO BAIRRO					
Segunda à Sexta-Feira						Segunda à Sexta-Feira					
00:05A	04:20	05:20	05:46	06:16A	06:30B	04:20A	05:06	05:48	06:00B	06:15	06:41A
06:49	07:21	07:29B	07:58A	08:27B	08:34	06:58B	07:24	07:55B	07:56	08:24A	08:51B
09:06A	09:43	10:14A	10:48	11:04B	11:22	09:06	09:31A	10:13	10:39A	11:20	11:30B
11:57	12:05C	12:28	13:06	13:30D	14:15	11:52	12:29	12:35C	13:00	13:38	13:57D
14:44	15:20	15:50A	16:29	16:48B	17:02A	14:45	15:19	15:52	16:15A	17:05	17:17B
17:45	17:51B	18:10C	18:14	18:52	19:23C	17:32A	18:19	18:20B	18:44	18:45C	19:23
19:58	20:33A	21:00	21:37D	22:02C	23:17A	19:55C	20:32	20:57A	21:30	21:59D	22:29C
						23:40A					
Sábado						Sábado					
04:20	05:26	06:08	07:12	08:16	09:20	04:20A	05:06	05:56	06:38	06:55B	07:42
10:24	11:28	11:55B	12:32	14:52	17:12	08:46	09:50	10:54	11:58	12:25B	13:02
18:16	19:20	21:40	23:10			15:22	17:42	18:46	19:50	22:10	23:40
Domingo e Feriado						Domingo e Feriado					
04:20	05:18	05:40	08:04	09:08	10:12	05:06	05:47	06:10	08:34	09:38	10:42
11:16	13:40	14:44	17:08	18:12	19:16	11:46	14:10	15:14	17:38	18:42	19:46
21:40	23:00					22:10	23:30				
PARTIDA BAIRRO: PORTINARI											
Itinerário: Terminal Central / Av. Centenário / Rua Santa Catarina / Rua Desembargador Pedro Silva / Rod. Luiz Rosso / BR 101 / Pórtico / Portinari / Retorno BR 101 / Rod. Luiz Rosso / Av. Santos Dumont / Rua Joaquim Nabuco / Av. Centenário / Terminal Central.											
Legenda: A - Terminal Central x 4 Linha (Posto de Saúde/Igreja) B - Terminal Central x Loteamento HG. (Retorno Residencial San Diego) C - Terminal Central x Loteamento HG x 4ª Linha (Posto de Saúde/Igreja) D - Terminal Central x 4ª Linha x Loteamento HG. (Posto de Saúde/Igreja)											
Data: 24/10/2016											

Fonte: ASTC (2016).

3 DISPOSITIVOS MOVEIS

Dispositivos móveis basicamente são aparelhos que tem um tamanho reduzido para a disponibilidade de transporta-los para qualquer lugar, capacidade de processamento e ainda permite a troca de informações via rede, além disso, apresentam baterias de longa duração, para que não seja necessário estar sempre conectado à rede elétrica (FIGUEIREDO; NAKAMURA, 2003).

A partir dos anos 90 foi possível identificar um grande crescimento no desenvolvimento da tecnologia móvel. Diante disto, obteve a popularização destes dispositivos que passaram a permitir o acesso as informações onde quer que se esteja (FIGUEIREDO; NAKAMURA, 2003).

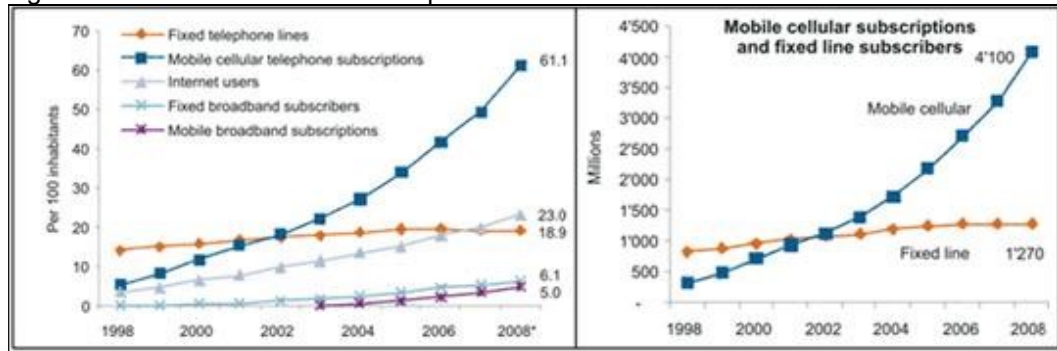
Segundo Lecheta (2015) o mercado de dispositivos móveis, em especial os celulares, está em grande crescente incluindo inclusive a questão da mobilidade, pois estes tem como objetivo permitir o acesso a dados, internet, e-mail, mensagens e outras aplicações, facilitando a troca de informações sem precisar estar em uma estação fixa, como um computador.

Para Rowles (2014, tradução nossa) dispositivos móveis são mais portáteis, são poderosos, mais fáceis de utilizar e significativamente mais baratos que dispositivos como os Computadores Pessoais (PC).

O celular teve origem do telefone fixo, inventado por Alexandre Graham Bell e patenteado em 1876, o telefone fixo era capaz de transmitir áudio entre dois pontos distintos, com esta conquista Alexandre explorou mais a fundo, e conseqüentemente enfatizou a evolução que contribuiu com a criação dos celulares e demais dispositivos eletrônicos. O celular é um dos dispositivos móveis mais requeridos e utilizados pelos usuários (COMUNICAÇÕES, 2012).

Segundo a União Internacional de Telecomunicações (ITU, 2009) no ano de 2008 houve uma considerável mudança de telefone fixo para o uso dos dispositivos móveis, conforme pode ser visualizado na figura 10.

Figura 10 - Aumento do uso dos dispositivos móveis no mundo



Fonte: ITU (2009).

Devido a estes dispositivos móveis como os celulares, possuem várias características positivas, como por exemplo, poder transmitir áudio de dois pontos diferentes sem precisar estar em pontos fixos e conectado a uma rede elétrica, tendo assim a disponibilidade de mobilidade, como também a possibilidade de envio de dados em movimento, não precisar estar conectado a nenhum cabo para fornecer energia, ter acesso a redes sem fio e informações atualizadas na hora que precisar, entre outras características, fez com que ocorresse um aumento expressivo de celulares para uso pessoal, tornando-o cada vez mais parte do ser humano, como um bem necessário.

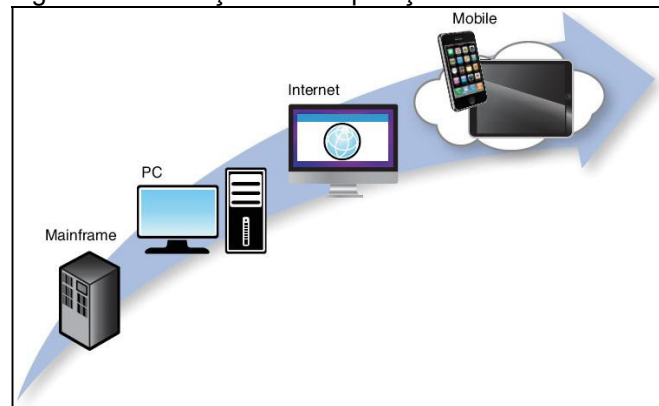
Nos dias atuais podemos interagir com o mundo de onde estivermos, a partir dos celulares, sendo que necessitamos somente de uma conexão com a internet, em muitos casos não é necessário, pois muitos aplicativos para celulares trabalham *off-line*, isso demonstra que o mundo está em mobilidade (JENKINS, 2009, tradução nossa).

Segundo Otsuka e Zanelato (2012), o compartilhamento de informações tornou-se cada vez mais dinâmico e rápido, isto devido a globalização e difusão dos meios de comunicação. Devido a estas e outras mudanças, as empresas fabricantes de dispositivos móveis tiveram que se adaptar com esta evolução para assim levar os usuários a utilizar seus produtos.

Nos últimos anos estamos passando por uma grande mudança na área, telefones com capacidades computacionais avançadas, denominados *Smartphones*, estão cada vez mais populares e vêm ganhando espaço no mercado sobre modelos mais simples.

A figura 11 ilustra a evolução das tecnologias durante as eras da computação. O era do *Mainframe*, trouxe consigo, poder computacional e inteligência no negócio, ajudando na automatização de tarefas. A era dos PCs permitiu que o poder computacional pudesse entrar no lar e escritórios da população. A era da Internet, permitiu que a informação se tornasse ubíqua, permitindo que as pessoas se comunicassem *online*, com o mundo todo. Já a era de dispositivos móveis, utilizasse das tendências das eras passadas, tais como fácil acesso ao poder computacional, e a informação, assim, como o PC, tornou as pessoas mais produtivas em casa e no escritório, os dispositivos móveis tornou as pessoas mais produtivas em todos os lugares (NICOL, 2013, tradução nossa).

Figura 11 - Evolução da computação



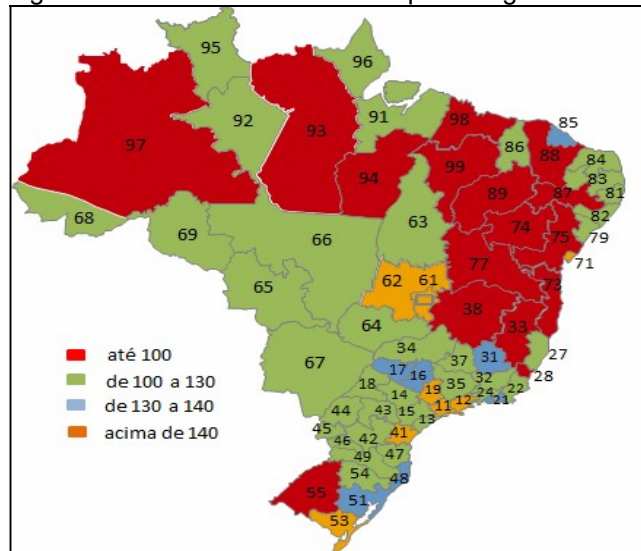
Fonte: Nicol (2013).

Segundo Anatel (2010) no Brasil se tornou algo comum a posse de celulares móveis, em 2010 passamos a marca de 1 linha telefônica móvel por habitante no país, segundo a mesma Anatel (2013) são 1,3545 por habitante.

Santa Catarina está entre os 12 estados do Brasil com maior índice de dispositivos móveis por habitante, lembrando que estes nos provem de vários benefícios, como por exemplo, maior segurança, conforto, acesso a informação rápida, geração de rendas e empregos, economia de tempo, entre outros (ANATEL, 2010).

Na figura 12 pode-se perceber que a densidade de celulares por habitantes da região do sul do Brasil, com o código DDD 48, é de 130 a 140 dispositivos móveis para 100 pessoas, tornando assim uma média de 1,35 linhas telefônicas por habitante.

Figura 12 – Densidade do celular por código DDD



Fonte: TELECO (2016).

Estes aparelhos foram criados com o intuito de fornecer algum auxílio na vida das pessoas, pois atualmente são utilizados para muitas tarefas, como despertadores, meios de acesso rápido para se ler notícias, e-mails entre outras facilidades disponibilizadas (DARIVA, 2011).

Devido a necessidade de adaptação por parte dos fabricantes e pelos usuários, surgiram inúmeros sistemas operacionais para dispositivos móveis, entre os principais o Android, IOS, Windows Phone.

Segundo Gartner (2013) o sistema operacional líder no mercado de Smartphones são aparelhos rodando o sistema operacional Android.

Devido a essa grande demanda de aceitação do sistema operacional Android, ele será o sistema operacional escolhido para desenvolvimento de todo o trabalho.

3.1 ANDROID

O Sistema Operacional Android é uma plataforma de software de código aberto (*open source*) completa criada para uma variedade de dispositivos móveis. Seus principais objetivos são a criação de uma plataforma de software open source disponível para operadoras e desenvolvedores, criando um produto completamente

aberto a customização e portabilidade, melhorando a experiência móvel para seus usuários (ANDROID, 2016, tradução nossa).

Foi desenvolvido por um grupo chamado *Open Handset Alliance* (OHA), onde estão envolvidas organizações mundialmente conhecidas como Dell, Intel, Motorola, Samsung e outros, além da Google que lidera o grupo, a plataforma de desenvolvimento para aplicativos móveis Android possui uma interface rica, GPS, várias aplicações já instaladas, um poderoso ambiente de desenvolvimento, além de utilizar a linguagem de programação Java (LECHETA, 2015).

Segundo Pereira e Silva (2009) o Android é o primeiro projeto de uma plataforma *open source* para dispositivos móveis em conjunto com a OHA. Por ser open source, ele será sempre adaptado a fim de incorporar novas tecnologias, conforme estas forem surgindo.

3.1.1 História

A empresa Google desejava lançar um aparelho com serviços baseados em localização, mas não possuía plataforma para isso. Então, em agosto de 2005, adquiriu a Android Inc., uma pequena empresa em Palo Alto (Califórnia - EUA) que desenvolvia uma plataforma para celulares baseada em Linux, com o objetivo de ser uma plataforma flexível, aberta e de fácil migração para os fabricantes (BUSINESSWEEK, 2005, tradução nossa).

Após dois anos de muitas especulações, em 7 de Novembro de 2007 a Google anunciou o Android como uma plataforma e a criação do OHA, formado por empresas como Samsung, Sony, operadoras de telefonia, fabricantes de dispositivos, liderados pela Google. O Android se tornou uma verdadeira plataforma open source que separa o hardware do software que nele roda, permitindo um número muito maior de dispositivos para executar as mesmas aplicações e criando um rico ecossistema para desenvolvedores e consumidores (GARGENTA, 2011, tradução nossa).

Em 22 de Outubro de 2008, foi lançado comercialmente o primeiro aparelho móvel com o sistema Android, o HTC Magic ou G1, que utilizava a versão 1.0 do Android. A partir de então, inúmeras versões foram sendo lançadas, trazendo

novas melhorias a cada versão. A partir da versão 1.5, todas as novas versões lançadas passaram a serem batizadas com nomes de alguma sobremesa, sendo em ordem alfabética (GOOGLE, 2014, tradução nossa):

- a) **1.5**: Cupcake, lançada em 2009;
- b) **1.6**: Donut, lançada em 2009;
- c) **2.0 e 2.1**: Eclair, lançada em 2010;
- d) **2.2**: FroYo (Frozen Yogurt) , lançada em 2010;
- e) **2.3**: Gingerbread, lançada em 2010;
- f) **3.0 e 3.2**: Honeycomb, lançada em 2011;
- g) **4.0**: Ice Cream Sandwich, lançada em 2011;
- h) **4.1, 4.2 e 4.3**: Jelly Bean, lançada em 2012;
- i) **4.4**: KitKat, lançada em 2013;
- j) **5.0, 5.1**: Lollipop, lançado em 2014;
- k) **6.0**: Marshmallow, lançado em 2015;
- l) **7.0, 7.1**: Nougat, lançado em 2016;
- m) **8.0, 8.1**: Oreo, lançado em 2017;
- n) **9.0**: Pie, lançado em 2018.

3.1.2 Arquitetura

De acordo com Passos (2009) é muito importante ter o conhecimento da arquitetura da tecnologia para se fazer um bom rendimento durante a codificação. Com um grande conhecimento da camada de arquitetura, permitirá ao codificador criar uma aplicação robusta.

De acordo com Rabello (2009) a arquitetura da tecnologia Android é dividida em camadas diferentes, sendo elas: aplicações, Linux *Kernel*, Android tempo execução, biblioteca e *framework*, conforme mostra a figura 13.

Figura 13 – Arquitetura do Android



Fonte: Google (2014).

Para Gargenta (2011, tradução nossa), o Android é dividido nas seguintes camadas:

- camada de Kernel Linux:** é a camada mais baixa e é responsável pelo controle do hardware do dispositivo;
- camada de bibliotecas:** é a segunda camada, nela estão as bibliotecas C/C++ que são utilizadas pelo sistema, bibliotecas de multimídia, visualização de camadas 2D e 3D, funções para navegadores web, funções de aceleradores de hardware, renderização 3D e funções para acesso ao banco de dados SQLite;
- camada de Runtime:** nessa camada é onde é feita a instancia da máquina virtual Delvik, criada para cada aplicação executada no Android, ela é projetada para executar vários processos paralelamente;
- camada de Framework de Aplicação:** esta camada disponibiliza aos desenvolvedores as mesmas API usadas para criar as aplicações originais do sistema. Este framework permite que o desenvolvedor tenha o mesmo acesso ao sistema, que os aplicativos da camada de aplicativos possuem. Este framework foi criado para abstrair a complexidade e simplificar o reuso de procedimentos. Ela funciona

como um meio de ligação com a camada de bibliotecas do sistema que serão acessadas através de APIs contidas no framework;

e) **camada de aplicação**: é a camada mais alta da arquitetura do sistema, é composta pelo conjunto de aplicativos nativos do sistema, onde podemos citar: cliente de e-mail, mapas, jogos, navegador, dentre outros.

A seguir os detalhes da arquitetura do Android.

3.1.2.1 Aplicações

A camada de aplicações está acima de todas as outras camadas, na qual se encontram todos os aplicativos essenciais do Android, tais como navegadores, mapas, calendários, agendas e ainda os outros aplicativos desenvolvidos pelos programadores (PEREIRA; SILVA, 2009).

Segundo Burnette (2010, tradução nossa), aplicações são programas que podem tomar conta da tela inteira do dispositivo e interagir com o usuário. Por outro lado widgets (que algumas vezes são chamados de gadgets) operam apenas em uma pequena área da tela principal.

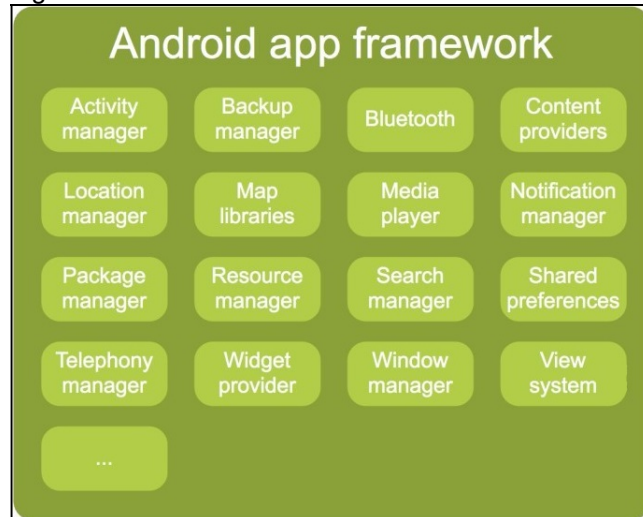
Todas as aplicações, ambas nativas e de terceiros, são construídas na camada de aplicações, através das mesmas bibliotecas. A camada de aplicações é executada dentro do Android Runtime, utilizando classes e serviços disponíveis pelo Application Framework (MEIER, 2012, tradução nossa).

3.1.2.2 Framework

Na camada de *framework* existem todas as APIs e recursos utilizados pelo aplicativo, como classes visuais, incluindo as listas, grades, caixas de texto, navegador web embutido, botões, View, que são componentes utilizados na construção de aplicativos provedor de conteúdo, gerenciador de localização, gerenciador de notificação, de pacotes e de atividade, que controla o ciclo de vida da aplicação e o acesso e navegação entre outras aplicações (PEREIRA; SILVA, 2009).

De acordo com Jobstraibizer (2009) a camada de *framework* e aplicações trabalham em conjunto, tornando mais fácil à reutilização dos componentes. Com esta reutilização de código os desenvolvedores passam a ter recursos prontos para serem aplicados e conseqüentemente menos códigos para escreverem. Na figura 14 é possível ver os elementos da camada de *framework*.

Figura 14 – Estrutura da camada de Framework do Android



Fonte: Bray (2010).

Segundo Burnette (2010), podem ser citados alguns elementos mais importante desta camada, como:

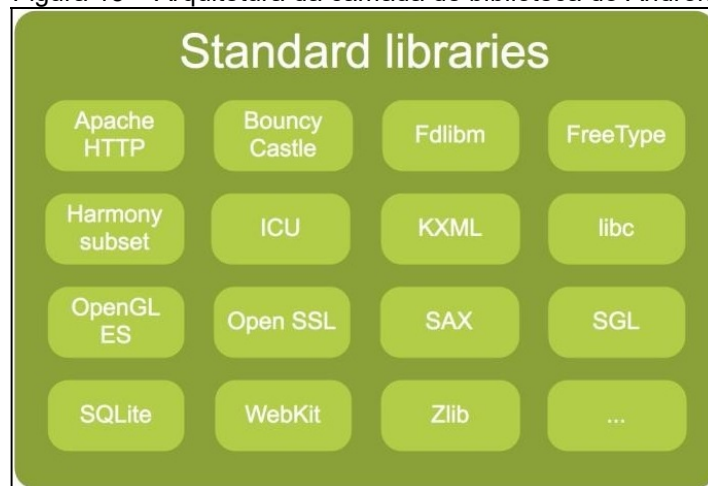
- activity manager**: tem o objetivo de gerenciar o ciclo de vida de todas as *activities*, quando iniciar e quando termina-las, permitindo o deslocamento de uma para a outra;
- package manager**: utilizado pelo *activity manager* para se comunicar com o resto do sistema, informado quais os pacotes estão sendo utilizados e suas capacidades;
- window manager**: tem como objetivo gerenciar as apresentações de janelas, mostrando quais janelas estarão ativas;
- content providers**: possibilita o compartilhamento de dados e a troca de informações entre os aparelhos e aplicativos;
- view system**: dispões de todo o tratamento gráfico para a aplicação, como botões, *layouts* e *frames*.

3.1.2.3 Bibliotecas

Esta camada possui um conjunto de bibliotecas C/C++ utilizadas pelo sistema, incluídas no conjunto da biblioteca C padrão, também possui a bibliotecas das áreas de multimídia, visualização de camada 2D e 3D, funções para gráficos, funções para navegador web, renderização 3D, fontes bitmap e vetorizada, funções de aceleração de hardware e funções de acesso ao banco SQLite. Estes recursos estão disponíveis no framework para o desenvolvimento de aplicativos (PEREIRA; SILVA, 2009).

Na figura 15 tem-se as bibliotecas que são utilizadas por recursos do sistema.

Figura 15 – Arquitetura da camada de biblioteca do Android



Fonte: Bray (2010).

Segundo Burnette (2010), podem ser citados alguns elementos mais importante desta camada, como:

- a) **freetype**: serve para a renderização de fontes e bitmaps;
- b) **system C library**: uma implementação para dispositivos rodando Linux, a biblioteca padrão C *Bionic* é desenvolvida, customizada e otimizada para uso embutido no Android;
- c) **webkit**: renderiza páginas para navegadores, com suporte para *Cascading Style Sheets (CSS)*, *javascript* e outros;

- d) **SQLite**: um banco de dados relacional poderoso, leve e embutido para as aplicações do Android;
- e) **SGL**: responsável pelos gráficos 2D;
- f) **surface Manager**: fornece os acessos aos subsistemas de exibição como aplicações 2D e 3D;
- g) **media libraries**: suportam os formatos mais populares de áudio e vídeo e também hardware e software de plug-ins de codec;
- h) **libwebcore**: web *browser* utilizado para exibições web;
- i) **3D libraries**: utilizam, quando disponível, aceleração 3D via hardware ou software de renderização 3D.

3.1.2.4 Android Runtime

O Android Runtime possui a máquina virtual (VM) Dalvik e as bibliotecas do núcleo do Java. A máquina virtual Dalvik é uma implementação da Google do Java, otimizada para dispositivos móveis. Todo o código escrito para Android será escrito em Java e executará dentro desta máquina virtual (BURNETTE, 2010, tradução nossa).

O runtime é o que faz um telefone Android ser um telefone Android e não apenas uma implementação móvel do Linux. Incluindo as bibliotecas do núcleo e máquina virtual Dalvik, o Android Runtime é o motor que dá força a todas as aplicações e, junto com as bibliotecas, forma a base do Application Framework (MEIER, 2012, tradução nossa).

3.1.2.5 Linux Kernel

O Android é construído em cima de uma fundação sólida e comprovada: o kernel do Linux. Criado por Linus Torvalds em 1991, o Linux pode ser encontrado hoje em tudo, desde relógios de pulso a supercomputadores. O Linux fornece uma camada de abstração de hardware para o Android, permitindo assim que o Android utilize uma grande variedade de plataformas (BURNETTE, 2010, tradução nossa).

O Linux Kernel é encontrado no fundo da pilha do Android. O código do Linux Kernel foi modificado pelo Android para rodar embutido no seu ambiente. Ele não tem todas as características e utilitários de uma distribuição Linux tradicional, deixando faltar alguns recursos. Alterações no Linux Kernel são incorporadas para uso em futuras versões do Android, elas são importantes porque muitas modificações de segurança e melhorias são feitas para serem utilizados em uma base contínua, assim os usuários obtêm o que o SO Linux tem de melhor para oferecer (DUBEY; MISRA, 2013; GOOGLE, 2014).

Segundo Lecheta (2015) a segurança do sistema operacional Android é baseado na segurança do Linux. Nele, cada aplicação possui seu único processo e sua thread dedicada.

A camada Linux Kernel tem à sua disposição um potente sistema próprio de gerenciamento de energia, onde um aplicativo requisita o gerenciamento de energia e o driver de energia do Kernel passa a checar periodicamente todos os dispositivos, caso algum deles não esteja sendo utilizado, o sistema de gerenciamento o desliga (PEREIRA; SILVA, 2012).

3.1.3 SDK Android

O *Software Development Kit* (SDK) do Android dispões das ferramentas necessárias para contruir aplicativos Android. Ele é disponível gratuitamente no site do Android Developers (DEITEL et al., 2015).

Para Lecheta (2015) o SDK é o software utilizado para desenvolver aplicações no Android, possui um emulador para simular o dispositivo, ferramentas utilitárias e uma API completa para a linguagem Java, com várias classes para desenvolver as aplicações.

3.1.4 Emulador do Android

Segundo Lecheta (2015) o emulador do Android é chamado de *Android Virtual Device* (AVD), ou em português, Configuração Virtual de um Dispositivo. O

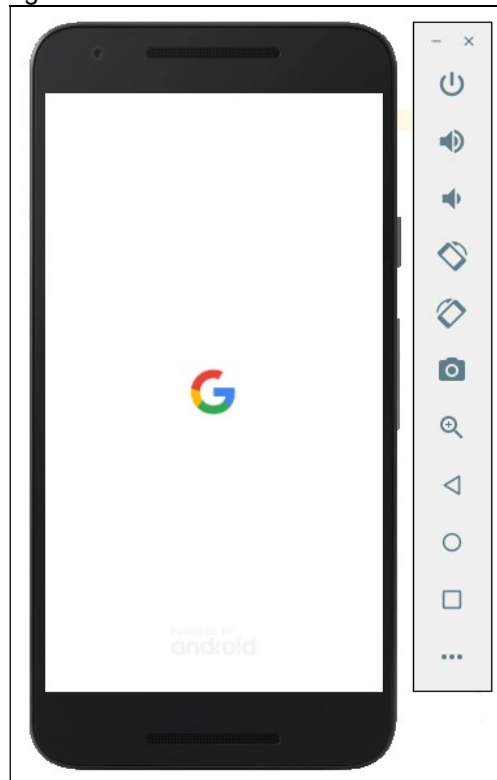
emulador simula as configurações de um smartphone ou tablete Android, possuindo a mesma plataforma do sistema operacional, resolução de tela e outros.

O emulador nos permite executar aplicativos Android em um ambiente simulado dentro do MAC OS X, Linux ou Windows, não precisando usar um dispositivo real com o sistema operacional Android. Ele exibe uma janela de interface de usuário realista, podendo testar seus aplicativos desenvolvidos (DEITEL et al., 2015).

Segundo Deitel et al. (2015) antes de executar um aplicativo no emulador, precisa-se criar um AVD que define a característica do dispositivo que será feito a simulação, como o hardware, a imagem do sistema, o tamanho da tela, armazenamento de dados e outros. Após a criação pode-se começar a usá-lo, lembrando que gestos com os dedos no emulador são um pouco limitados, porque o computador não consegue simular todos os recursos de hardware do Android.

Na figura 16 é possível ver o emulador Android com suas respectivas características de um smartphone.

Figura 16 – Emulador do Android



Fonte: Autor (2018).

4 MAPEAMENTO GEOGRÁFICO

De acordo com Friedmann (2008), durante séculos e milênios, as únicas fontes de informações sobre direções, eram as estrelas e o sol, de acordo com os seus movimentos, mas esta forma de determinar uma posição é muito vaga e impreciso, devido a visibilidade destes astros. A criação dos mapas proporcionou a localização de lugares com os quais temos poucas ou nenhuma convivência. Estes mapas permitem a localização adequada e o planejamento de rotas. A elaboração e representação de mapas, da superfície terrestre é chamada de cartografia.

4.1 CARTOGRAFIA

Cartografia engloba um conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado em análises de várias áreas de uma superfície terrestre, a fim de transformá-la em um plano de melhor compreensão, visando a elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, em menor escala, porém que nunca será exatamente fiel a realidade (JOLY, 2008).

Segundo a Associação Cartográfica Internacional define Cartografia como um conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, assim como a sua utilização (OLIVEIRA, 1993).

Para fazer a representação plana da esfera terrestre, como os mapas, onde podemos obter informações sobre os fenômenos geográficos representados, precisamos saber interpreta-los por meio da orientação indicada e também da escala em que está construído (ALMEIDA; RIGOLIN, 2005).

4.1.1 Orientação

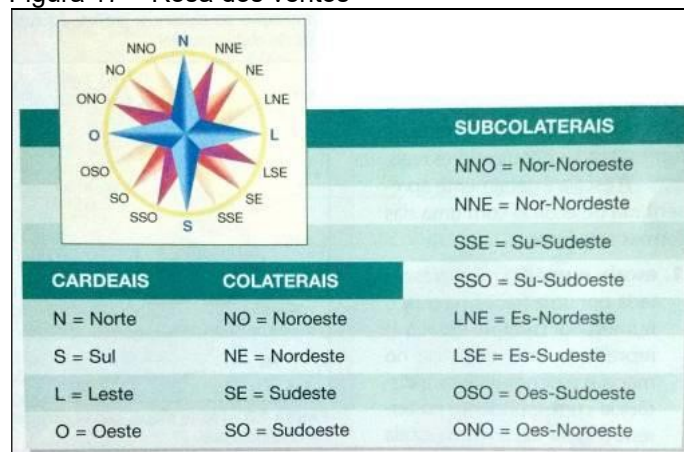
Segundo Moreira (1999) para nos deslocarmos de um lugar para o outro na superfície terrestre, precisamos de pontos de referência. No interior das cidades, nos referenciamos por meio de praças, igrejas e as lojas mais importantes, mas para lugares grandes e sem este tipo de referência, como no deserto ou no mar,

precisamos utilizar de outros tipos de referência que indiquem direções seguras e exatas. Para isso, foram definidos os pontos globais de referência, chamados de pontos cardeais.

- a) **Pontos Cardeais:** N = norte, S = sul, L = leste, O = oeste;
- b) **Pontos Colaterais:** NO = noroeste, NE = nordeste, SE = sudeste, SO = sudoeste;
- c) **Pontos Sub-Colaterais:** NNO = norte-noroeste, NNE = norte-nordeste, SSE = sul-sudeste, SSO = sul-sudoeste, LNE = leste-nordeste, LSE = leste-sudeste, OSO = oeste-sudoeste, ONO = oeste-noroeste.

Estes pontos cardeais, colaterais e sub-colaterais, são dispostos em dezesseis direções, que podem ser representadas por uma figura chamada rosa-dos-ventos.

Figura 17 – Rosa dos ventos



Fonte: Coimbra e Tibúrcio (2006).

4.1.2 Escala

Segundo Almeida e Rigolin (2005) a escala determina a relação entre o tamanho real do fenômeno na superfície terrestre e a sua representação no mapa. Devido a essa representação, a redução do tamanho natural dos fatos geográficos se tornam essenciais.

Então podemos dizer que a escala é uma proporção matemática, ou seja, uma relação numérica entre o mapa e a realidade que ele representa, utilizando-se

dos meios de medidas, como o centímetro, metro, milímetro e quilômetro, na conversão das proporções dos objetos (VESENTINI; VLACH, 1996).

As escalas são classificadas de acordo com seu tamanho:

- a) **escala grande**: menor que 1:100 000;
- b) **escala média**: de 1:100 000 até 1:500 000;
- c) **escala pequena**: maior que 1:500 000.

Segundo Moreira (1999) para a construção de um mapa a escala pode ser indicada de duas maneiras:

- a) **escala numérica**: é representada por uma fração ordinária, na qual o numerador representa a distância no mapa e o denominador a distância na superfície real. O numerador é sempre representado pela unidade (1) e o denominador indica quantas vezes a medida real foi reduzida;
- b) **escala gráfica**: É representada por uma linha reta graduada na qual se indica a relação com as distâncias representadas no mapa.

Na figura 18, representam-se as escalas gráfica e numérica, no canto inferior direito. A escala numérica, lado direito, 1: 46 000 000, significa que 1 centímetro é igual a 46 000 000 centímetros, que equivalem a 460 000 metros e também a 460 quilômetros. Portanto, neste mapa cada 1 centímetro equivale a 460 quilômetros reais e à esquerda temos a escala gráfica, na qual cada 1 centímetro no mapa equivale a 460 quilômetros reais.

Figura 18 – Escala gráfica e numérica



Fonte: Vesentini e Vlach (1996).

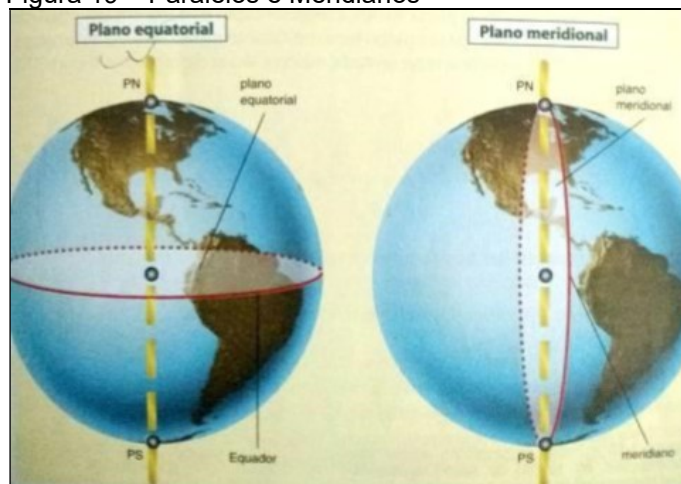
4.1.3 Coordenadas Geográficas

As coordenadas geográficas ou terrestres são estabelecidas por um conjunto de linhas imaginárias sobre o globo ou mapa que representam a Terra, chamados de Paralelos e Meridianos. Com estas coordenadas geográficas podemos localizar qualquer ponto na superfície terrestre (MOREIRA, 1999).

Segundo Vesentini e Vlach (1996) os paralelos são linhas imaginárias paralelas ao Equador. São linhas circulares que dão a volta na Terra, e somam 360° . O maior paralelo é o Equador, por se localizar na parte mais larga da Terra, os outros são menores, à medida que vão se afastando dele e se aproximando dos pólos. Os meridianos são linhas imaginárias semicirculares que vão do Pólo Norte ao Pólo Sul, cruzando os paralelos, e somam 180° . Cada meridiano possui um antimeridiano, que é o oposto do mesmo, formando um círculo. Como são semicircunferências, o número de meridiano é duas vezes maior que o número de paralelos.

Como mostra na figura 19, o globo terrestre é cortado por linhas imaginárias horizontalmente e verticalmente, respectivamente chamadas de, paralelos e meridianos, respectivamente, nos pontos de partidas, Linha do Equador e Meridiano de Greenwich.

Figura 19 – Paralelos e Meridianos



Fonte: Coimbra e Tibúrcio (2006).

Friedmann (2008) afirma que entre os cruzamentos das linhas imaginárias dos paralelos e meridianos, podemos localizar um ponto específico na superfície terrestre. Estes pontos são formados por dois ângulos, chamados de:

- a) **Latitude:** é o ângulo que corresponde ao arco entre o Equador e o paralelo considerado, o vértice se encontra no centro da Terra. No Equador a latitude é de 0° e a medida que vão se distanciando do Equador e se aproximando dos Pólos ele aumenta progressivamente até o limite de 90° . No hemisfério norte, os sufixos são marcados com a letra N, que indica norte, ou como positivas, $30^\circ 25' 30'' \text{N} = +30^\circ 25' 30''$. No hemisfério sul, os sufixos são marcados com a letra S, que indica sul, ou como negativas, $25^\circ 30' 15'' \text{S} = -25^\circ 30' 15''$;
- b) **Longitude:** é o ângulo que corresponde ao arco equatorial entre o meridiano considerado e o meridiano de referência 0° , que se chama, Meridiano de Greenwich. No Meridiano de Greenwich a longitude é de 0° e a medida que desloca para o leste ou oeste, pode-se chegar ao limite de 180° . No hemisfério oriental, os sufixos são marcados com a letra E, que indica leste, ou como positivas, $55^\circ 50' 45'' \text{E} = +55^\circ 50' 45''$. No hemisfério ocidental, os sufixos são marcados com a letra W, que indica oeste, ou como negativas, $50^\circ 35' 15'' \text{W} = -50^\circ 35' 15''$.

4.1.4 Projeções Cartográficas

Segundo Vesentini e Vlach (1996) as projeções cartográficas são formas ou técnicas de representar a superfície terrestre em um mapa. Como a Terra é arredondada e os mapas são planos, sempre ocorrerá problemas de distorções, nunca o mapa será representado corretamente, é inevitável. A forma mais precisa de representar a superfície terrestre é por meio de um globo, que imitam o formato do planeta Terra, mas este é difícil de manusear. Assim foram criadas as projeções cartográficas, com o intuito de representar uma realidade esférica em uma superfície plana.

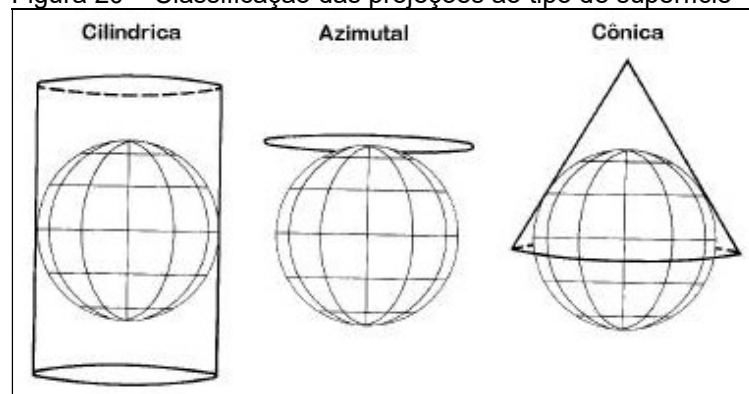
Uma projeção cartográfica é um conjunto de linhas, que são formados pelos paralelos e meridianos, que formam uma rede, sobre o qual são representados

os elementos dos mapas, como rios, mares, terras, etc. Essas projeções podem ser classificadas quanto ao tipo de superfície e o grau de deformação (ROSA, 2004).

4.1.4.1 Tipos de superfície

Segundo Rosa (2004) o tipo de superfície adotada, são classificadas em, cilíndricas, planas ou azimutais e cônicas. Estes tipos representam a curvatura da Terra sobre um plano, como, um cilindro, cone ou um poliedro tangente ou secante a esfera terrestre, como mostra na figura 20.

Figura 20 – Classificação das projeções ao tipo de superfície



Fonte: Rosa (2004).

Segundo Almeida e Rigolin (2005), são divididas nos formatos:

- a) **Projeção plana ou azimutal:** o mapa é construído imaginando-o a partir de um plano tangente ou secante sobre um ponto na esfera terrestre;
- b) **Projeção cônica:** o mapa é construído imaginando-o a partir de um cone tangente que envolve a esfera terrestre, que depois é planificado;
- c) **Projeção cilíndrica:** o mapa é construído imaginando-o a partir de um cilindro tangente ou secante que envolve a esfera terrestre, depois é desenrolado.

4.1.4.2 Graus de deformação da superfície

Segundo Almeida e Rigolin (2009) os principais tipos de projeções mantem os aspectos mais importantes de um mapa, que são a distância, a forma e os ângulos.

De acordo com Rosa (2004) cada projeção traz aspectos diferenciados, são classificados das seguintes formas:

- a) **projeções conformes ou isogonais**: possuem a propriedade de não deformar os ângulos das coordenadas geográficas. Conservam as áreas terrestres, mas apresentam distorções nas áreas representadas. Devido as distorções ser maiores nos Pólos, usa-se a escala real somente nas áreas próxima ao Equador;
- b) **projeções equivalentes ou isométricas**: possuem formas distorcidas, mas conservam as áreas com os mesmos valores das áreas reais. Os ângulos dos planisférios ficam deformados em relação aos ângulos da esfera terrestre;
- c) **projeções equidistantes**: não possuem distorções lineares, ou seja, os comprimentos são representado em escala uniforme, mas apresentam distorções nas áreas e nas formas terrestres;
- d) **projeções afiláticas ou arbitrárias**: não respeita nenhuma das propriedades, isto é, equivalência, conformidade e equidistância, ou seja, as projeções em que as áreas, os ângulos e os comprimentos não são conservados.

Todo o mapa apresenta algum tipo de distorção, que depende da natureza do processo de projeção, já que não é possível “achatar” uma superfície esférica em uma superfície plana. Dependendo do objetivo de cada mapa, as distorções podem ser minimizadas quanto à forma, área, distância ou direção. Portanto, quando utilizamos mapas, devemos procurar escolher as projeções que preservem as características mais importantes para o nosso estudo e que minimizem as outras distorções (ROSA, 2004).

4.2 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL

O homem sempre esteve interessado em saber onde estava, inicialmente pela sua vizinhança, mais tarde ampliou-se para locais de comércio, e por fim, com o desenvolvimento das navegações marítimas. O deslocamento das embarcações de forma segura, de um local a outro e determinar posições geográficas, seja em terra ou no mar, por muito tempo foram feitas de acordo com as orientações do sol, planetas e estrelas (MONICO, 2000).

O primeiro sistema de satélites colocado para à disposição do meio civil foi o sistema de satélites TRANSIT, disponível desde 1967, ele permite determinar pontos com precisão da ordem do decímetro. Ele é utilizado, principalmente, para a navegação (ROCHA, 2002).

Ao longo da década de 1960, houve diversos programas objetivando melhores soluções para sistemas de posicionamento por satélite. Em 1973, um grupo da Força Aérea do Estados Unidos e cientistas civis do Pentágono iniciaram estudos para o desenvolvimento de um sistema de auxílio a navegação por satélite que fosse de abrangência global, originando assim, e conhecido como Navigation Sattelite Timing and Runing (NAVSTAR), Com tempo os usuários tornaram de se encarregar de tornar o sistema mais conhecido como Global Position System (GPS) (FRIEDMANN, 2008).

Segundo Rocha (2002) o GPS foi projetado e desenvolvido pelo Departamento de Defesa Americano, suas intenções iniciais eram para a navegação com propósito militar, somente com a descoberta do potencial do sistema, é que ele passou a ser também utilizado pela comunidade civil. Consiste em 24 satélites em 6 órbitas, sendo que 3 são reservas. Cada plano orbital possui 4 satélites e inclinação de 55° em relação ao plano do Equador. Todos os satélites estão cerca de 20.200km acima da Terra e seu período orbital em torno da Terra é de 11 horas e 58 minutos.

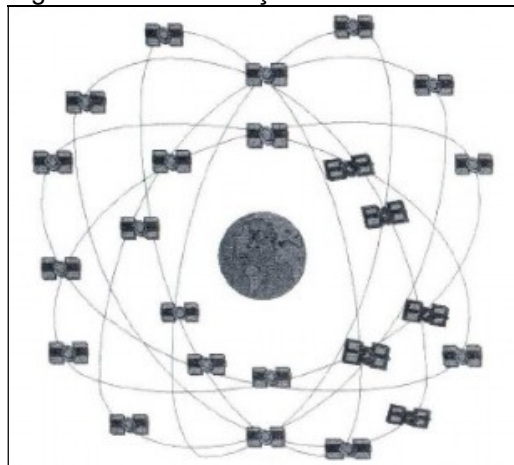
Segundo Silva (2007) o GPS é dividido em três grandes segmentos, Segmento Espacial, Segmento de Controle Terrestre e Segmento do Usuário.

4.2.1 Segmento Espacial

Consiste na constelação de satélites e seus planos de órbitas, sendo está, composta por satélites com potência aproximada de 50 Wats, distribuídos em 6 planos orbitais, cada um deste plano possui quatro satélites, com total de 24 veículos espaciais. Os períodos de órbita duram 12 horas para cada satélite, ou seja, cada satélite percorre 2 voltas ao redor da terra em 24 horas (FONTANA, 2002).

Os satélites operantes não são todos iguais, durante o período de implantação foram lançados vários satélites diferentes, dividindo em 3 blocos. Foram lançados 11 satélites, no Bloco I, como conhecido, estes eram protótipos. O bloco II e IIA são compostos por 28 satélites, os quais se referem, a primeira e a segunda geração de satélites GPS, que trata-se dos satélites operacionais, para dar suporte à configuração mínima de 24 satélites. Destes satélites 9 são do Bloco II e 19 do Bloco IIA. Os satélites do Bloco II e Bloco IIA foram substituídos por 20 satélites do Bloco IIR, a terceira geração dos satélites, sendo que estes novos possuem a capacidade de medir distâncias entre eles e calcular efemérides no próprio satélite. A quarta geração de satélites que substituíram o Bloco IIR foram o Bloco IIF que é composta por 33 satélites, estes deverão incorporar a modernização do GPS, no qual carregam padrões de sequência altamente estáveis, que forma uma referência de tempo muito precisa (MONICO, 2000). A figura 21 demonstra a rede de satélites em torno da Terra.

Figura 21 – Constelação de satélites GPS



Fonte: Monico (2000).

4.2.2 Segmento de Controle Terrestre

É constituído por um grupo de cinco estações terrestres que registram os sinais do GPS. A estação de controle geral do sistema se localiza na Falcon Air Force Base, no Colorado, no Estados Unidos e as outras quatro estações de controle estão localizadas em ilhas relativamente próximo a linha do Equador, Ascension Island, Diego Garcia, Hawaii e Kwajalein (ROCHA, 2002). A figura 22 exemplifica as estações territoriais de monitoramento GPS.

Figura 22 – Estações de monitoramento GPS



Fonte: Monico (2000).

A função básica dessas estações é monitorar os sinais originários de todos os satélites, obtendo e computando os dados orbitais precisos e correções de tempo para cada satélite em separado, de forma a garantir a coerência e o sincronismo dos sinais enviados pela totalidade do segmento espacial (FRIEDMANN, 2008).

4.2.3 Segmento do Usuário

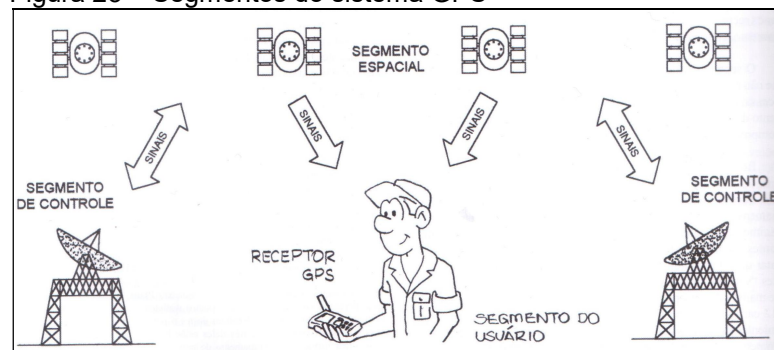
Segundo Rocha (2002) compreende o conjunto de usuários civis e militares do sistema GPS. Refere-se especialmente, dos receptores que possuem a capacidade de registrar as medidas de pseudodistâncias – código e de fase, que são transmitidas pelos satélites.

Friedmann (2008) afirma que é um segmento “passivo”, no sentido de não enviar informações para outros segmentos, somente recebe informações do

segmento espacial, estas informações são recebidas e processadas com a finalidade básica de calcular posições. Os componentes dos segmentos de controle trocam informações continuamente com cada um dos componentes do segmento espacial.

Na figura 23, pode-se exemplificar o funcionamento dos segmentos. Os segmentos de controle trocam informações continuamente com cada um dos segmentos espaciais, e são estes que enviam informações aos segmentos do usuário, os receptores GPS.

Figura 23 – Segmentos do sistema GPS



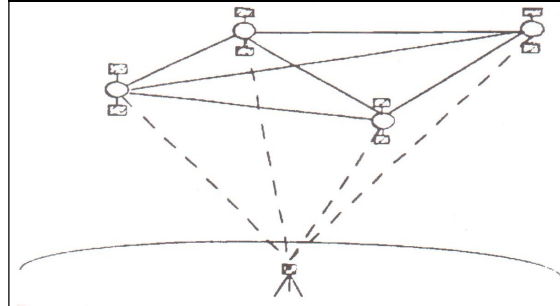
Fonte: Friedmann (2008).

4.2.4 Funcionamento do GPS

Utilizando três satélites, que é considerado o mínimo para a localização de um ponto, consegue-se determinar duas intersecções de possível localização do receptor, sendo uma de posição real e a outra errônea. Movendo para a realidade e baseado nas posições conhecidas dos satélites, obtém-se uma posição próxima ao solo e uma posição no espaço ou totalmente incoerente com a superfície do planeta. Os receptores possuem um processador que já estão responsáveis por identificar e interrogar a altitude do usuário, e passar assim a ignorar tal posição errônea. Deste modo podemos perceber que apenas três satélites são suficientes para determinar uma coordenada, mas à medida que o número de satélites aumenta, sua precisão se torna ainda melhor, podendo trabalhar no modo 3D, no caso passa a disponibilizar a informação de altitude e trabalha de forma mais precisa, pois a intersecção das circunferências geradas não deixa dúvidas quanto a verdadeira posição do receptor, isto também se o sinal chegar com uma certa qualidade, pois

se um sinal “ruim” chegar, pode-se degradar a precisão. (FONTANA, 2002). De acordo com a figura 24, percebe-se a determinação de um ponto a partir de quatro satélites.

Figura 24 – Localização por meio de quatro satélites



Fonte: Rocha (2002).

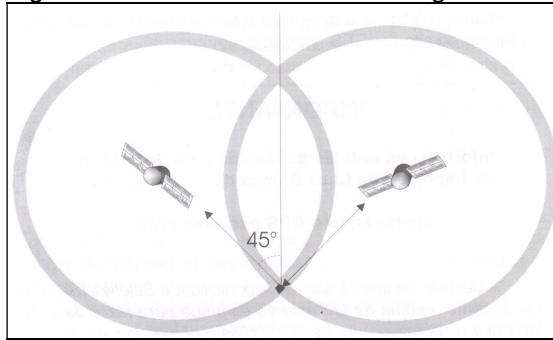
4.2.5 Erros no posicionamento GPS

O Sistema de Posicionamento Global está dividido em duas bandas de frequência, o L1 (civil) e o L2 (militar), o L2 opera na frequência 1.575,42MHz e seu erro médio é de aproximadamente 18 metros, enquanto o L1 opera na frequência 1.227,6MHz e seu erro mínimo é de 30 metros (com SA), podendo chegar a 300 metros, dependendo da interferência provocada no código digital (FONTANA, 2002).

A maior fonte de erro do sistema GPS é provocada pelo homem, Selective Availability (SA), já interrompida no ano de 2000, ele é uma degradação intencional colocado aos sinais GPS, introduzido por duas técnicas, e (epsilon) que é a degradação de parâmetros orbitais, e d (delta), que é a degradação de um dos coeficientes de correção do relógio dos satélites. (ROCHA, 2002).

Um outro fator que também pode influenciar na determinação de sua posição segundo Fontana (2002) são as condições de triangulações, que está relativamente relacionado com a boa distribuição dos satélites no espaço. O ângulo de 45° em relação ao receptor, resultaria em uma excelente precisão devido aos cruzamentos das circunferências. De acordo com a figura 25, consegue-se notar o ângulo de 45°.

Figura 25 – Satélites formando o ângulo de 45°



Fonte: Fontana (2002).

Um outro critério de margem de erro para a localização de uma posição segundo Fontana (2002) é o relógio do receptor, ou seja, a sincronia do relógio do receptor precisa estar igual aos relógios dos satélites, mas muitas vezes isto não acontece. Se o tempo entre os relógios for diferente, por menor que seja, poderá ocorrer um grande erro de posição.

Segundo Fontana (2002) tudo seria perfeito se os relógios estivessem sincronizados, os satélites bem posicionados e não existisse SA, porém deve-se considerar um ponto importante para a determinação do raio (distância entre o receptor e o satélite), o meio de propagação – efemérides.

Sabe-se que a velocidade da luz é uma constante de aproximadamente 300.000 km/seg no vácuo, mas essa velocidade sofre alterações quando atinge a atmosfera da Terra, as ondas eletromagnéticas perdem um pouco de sua velocidade ou refletem-se em obstáculos, interferindo nos cálculos efetuados pelo receptor GPS, ocasionando uma distância errônea entre o satélite e o equipamento GPS (FONTANA, 2002).

Segundo Rocha (2002) o meio de propagação mais significativo é a camada da Ionosfera, é uma região situada entre 100 e 1000km acima da superfície terrestre, caracterizada pela presença de elétrons livres, que afetam diretamente os sinais quando atravessam esta camada. Existem também outros meios de propagação, como, nuvens (tormentas), gases dissolvidos na atmosfera e toda forma que altere a densidade.

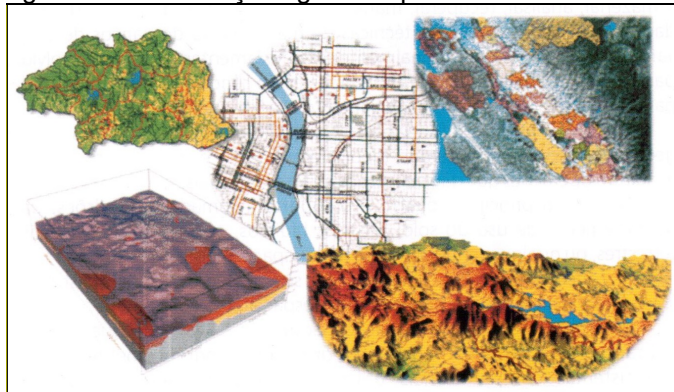
Segundo Fontana (2002) é importante saber que estes erros não são um fator de perigo a navegação, mas influenciam notavelmente e precisam ser compreendidos e considerados nos cálculos pelo receptor GPS e pelo operador.

4.2.6 GIS

Silva (2007) afirma que os SIGs são ferramentas que possibilitam armazenar, analisar, recuperar, manipular, e gerenciar grandes quantidades de dados espaciais. São técnicas de manipulação de banco de dados variáveis espacialmente. Estas ferramentas foram criadas com o intuito de facilitar trabalhos cartográficos, mas estão sendo usados atualmente para inventários, estimativas, planejamento e modelagem. O principal objetivo deste sistema é o suporte à tomada de decisão, para o gerenciamento do uso do solo, ecossistemas terrestres e aquáticos, recursos hídricos ou qualquer entidade distribuída espacialmente.

Na figura 26, pode-se notar dados gerados e manipulados por um SIG, podendo-se obter informações de localização de erosão no solo e também a localização de um determinado ponto.

Figura 26 – Informações geradas por m SIG



Fonte: Rocha (2002)

4.2.7 API's de mapas

API é um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um software para a utilização das suas funcionalidades por programas aplicativos que não querem se envolver em detalhes da implementação do software, mas apenas usar seus serviços. De modo geral a API é composta por uma série de funções acessíveis somente por programação, e que permite utilizar características menos evidentes do software para o usuário tradicional. (SOMERA, 2006).

API de geolocalização nada mais é que uma especificação que fornece acesso através de scripts ou blocos de códigos à informação de localização geográfica associada à um dispositivo.

Com a API de geolocalização, é capaz de dizer a sua localização no mundo através das coordenadas de latitude e longitude, com uma medida de precisão (HUDSON; LEADBETTER, 2012, tradução nossa).

O desenvolvimento de aplicações que disponibilizam e manipulam informações georreferenciada é uma área emergente. Estas aplicações são bastante comuns em dispositivos móveis, em alguns casos com integração de GPS.

Existem também grande crescimento de aplicações georreferenciadas na Internet. O desenvolvimento destas aplicações é, em muitos casos, suportado pelo uso de APIs de Mapas como as disponibilizadas pela Google e outras.

4.2.7.1 Google Maps

Segundo Google (2008), “O Google Maps é um serviço do Google que oferece uma poderosa tecnologia de mapas amigável e informações sobre empresas locais, incluindo o endereço das empresas, informações de contato e direções de tráfego”.

A API do Google Maps V2 possibilita que desenvolvedores possa adicionar os dados do Google Maps em suas aplicações, além disso o desenvolvedor pode customizar e personalizar essa API. Esse novo framework de mapas foi criado utilizando vetores para suportar as visualizações 2D e 3D, o que também possibilita um ganho significativo no desempenho, tornando todas as interações e animações muito mais fluidas (LECHETA, 2015).

De acordo com Faria (2006), um passo importante na disponibilização em escala global de informações geográficas gratuitas foi dado pela Google quando lançou o Google Maps, devido ao fato da Google ter criado uma forma dos utilizadores das informações geográficas poderem incluir os mapas disponibilizados pela Google em seus próprios projetos, sem a necessidade de nenhum componente extra.

5 TRABALHOS CORRELATOS

Para a realização deste trabalho foram pesquisados alguns assuntos semelhantes a este, adquirindo assim um maior conhecimento. Para auxiliar no desenvolvimento, são efetuadas várias pesquisas, nacionais e internacionais sobre os assuntos de mobilidade urbana, transporte público, geolocalização e desenvolvimento móvel. Sendo assim esta seção tem como objetivo apresentar os trabalhos relacionados com a presente pesquisa.

5.1 APLICATIVO PARA PLATAFORMA ANDROID: "BUSMAPS", INFORMAÇÕES DAS LINHAS DE ÔNIBUS DA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS

Desenvolvido em 2013 por Matheus Villela Moreira como trabalho de conclusão de curso na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em Florianópolis, tem como objetivo por meio deste trabalho incentivar o uso do transporte público de Florianópolis utilizando a tecnologia móvel e desenvolvendo um aplicativo para auxiliar os usuários no uso do mesmo em seus dia-a-dias.

A solução proposta para este trabalho é demonstrar a importância e o crescimento de aplicativos móveis para uso pessoal, como uma ferramenta de auxílio ao transporte público. Dentre os principais pontos destacados, estão os horários dos ônibus, o trajeto das linhas e também pode-se verificar aproximadamente onde o ônibus se encontra.

5.2 SOLUÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO APLICADO A LOCALIZAÇÃO DE TRANSPORTE PÚBLICO ATRAVÉS DE DISPOSITIVO MÓVEL

Desenvolvido em 2015 por Murilo Hobold Dal Magro como trabalho de conclusão de curso na Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) em Criciúma, tem como objetivo por meio deste trabalho incentivar o uso do transporte público a fim de diminuir os congestionamentos, aplicando o uso das tecnologias móvel para a confiabilidade e segurança do usuário quanto ao funcionamento do transporte.

O trabalho proposto é demonstrar o aumento da procura pelo transporte público como uma válvula de escape dos grandes congestionamentos que existem hoje e também mostrar e incentivar o uso das tecnologias móvel no auxílio no dia-a-dia do usuário, a fim de fornecer resultados com maior rapidez, confiabilidade e segurança. Através do geoprocessamento, conseguiu-se obter resultados de localização do ônibus, utilizando um GPS acoplado ao veículo e um aplicativo criado que fornece as informações em tempo real.

5.3 USANDO DADOS DE GPS PARA OBTER INFORMAÇÕES SOBRE VARIABILIDADE NO TEMPO DE VIAGENS EM TRANSPORTE PÚBLICO

Desenvolvido em 2010 por Ehsan Mazloumi, Graham Currie e Geoffrey Rose como uma pesquisa publicada no *Journal of Transportation Engineering* em Melbourne na Austrália, tem como objetivo por meio deste trabalho analisar as variáveis diárias no tempo de viagem em transporte público, utilizando-se de um conjunto de dados de um GPS.

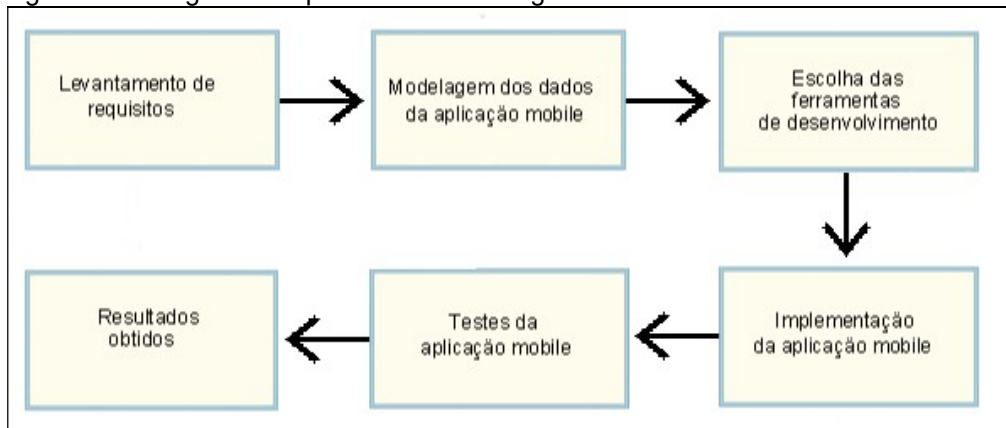
A proposta da pesquisa é demonstrar o deterioramento da confiabilidade no serviço de transporte público, devido a um conjunto de variabilidade de situações que afetam nos tempos de viagem do transporte.

Utilizando-se dos conjuntos de dados dos GPS inseridos em alguns veículos em suas devidas rotas, foram analisados os dados desta rota em vários dias e vários horários, principalmente em horários de pico. Utilizando-se de uma pesquisa de regressão linear, foram constatados que há maior variabilidade no tempo de viagem em horários de picos e os fatores que contribuem para estas variabilidades são devido a extensão da rota como também o uso da rota, ou seja, como ela foi construída e onde, em lugares com grandes morros ou não, também devido aos sinais de trânsito, o número de pontos de ônibus, atraso de partida em relação ao horário de partida programado como também chuvas e características do motorista.

6 INTEGRAÇÃO DO GPS COM O GOOGLE MAPS NO RASTREAMENTO DE UM PONTO ESPECÍFICO PARA AUXILIAR NO TRANSPORTE COLETIVO DE CRICIÚMA

Após o conhecimento adquirido durante o tempo de levantamento bibliográfico, o processo metodológico da pesquisa desenvolvida é dividido pelo levantamento de requisitos, modelagem de dados, escolha das ferramentas de desenvolvimento, implementação da aplicação móvel e testes, por fim, a análise e escrita dos resultados obtidos de acordo com a criação do protótipo. A figura 27 demonstra os processos metodológicos.

Figura 27 – Diagrama do processo metodológico



Fonte: Autor (2018).

Para a criação do protótipo de aplicação móvel com ênfase em mobilidade e transporte público, como foi apresentado nos capítulos anteriores, utilizou-se da plataforma Android do Google juntamente com o banco de dados SQLite, como também de algumas APIs específicas como o Google Maps API, integrando-o com o GPS do dispositivo móvel.

O protótipo oferece um meio aos usuários de obter as informações relevantes ao funcionamento do transporte público no município de Criciúma, facilitando aos mesmos a obtenção de informação, tendo em vista o uso destas tecnologias para um bom resultado.

6.1 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos deste trabalho, fez-se necessário seguir algumas etapas, e também, determinar o que seria essencial em cada uma delas, até a conclusão do mesmo. Estas etapas estão abordadas nas apresentações a seguir.

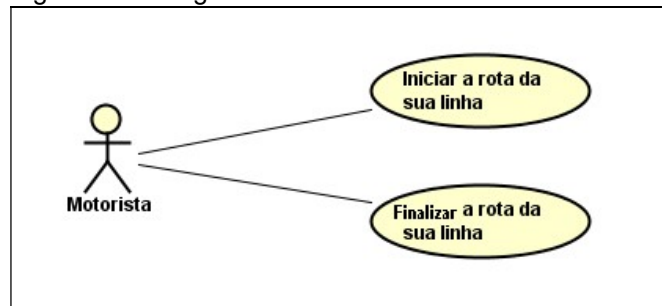
6.1.1 Levantamento bibliográfico

O início deste projeto de pesquisa foi constituído pelo levantamento bibliográfico com o intuito de obter referências bibliográficas e conteúdo teórico de qualidade, a partir de artigos, livros, pesquisas na internet, publicações, revistas e dados coletados na ASTC, em Criciúma. O ponto de partida da pesquisa foi relacionado à mobilidade urbana seguido de transportes públicos como um meio de locomoção ao cidadão, para ter uma base do funcionamento dos mesmos. Após este estudo, deu-se o início as pesquisas relacionadas a área de Ciência da Computação, como a plataforma Android, analisando como é feito o desenvolvimento de aplicativos móvel, quais as ferramentas disponíveis para o desenvolvimento do mesmo, de forma gratuita, sendo possível com as ferramentas de banco de dados, para armazenar todas as informações necessária para o desenvolvimento do protótipo. Por fim, deu-se continuidade as pesquisas em relação ao GPS, seu funcionamento, sendo possível por meio de pesquisas anteriores, relacionado ao surgimento da cartografia, orientação, escalas, coordenadas geográficas, entre outros.

6.1.2 Requisitos e funcionamento da aplicação

Com o conhecimento necessários dos requisitos ao transporte público, foi-se possível definir o funcionamento do aplicativo móvel e suas principais funções, a fim de atender os objetivos estabelecidos neste trabalho. Nesta aplicação entendeu-se que seria necessário dividi-la em duas partes, a parte do motorista e a parte do usuário cliente. O motorista terá acesso as linhas de ônibus, podendo somente inicializar e finalizar uma rota, de acordo com sua programação diária, como ilustra o diagrama de caso de uso na figura 28.

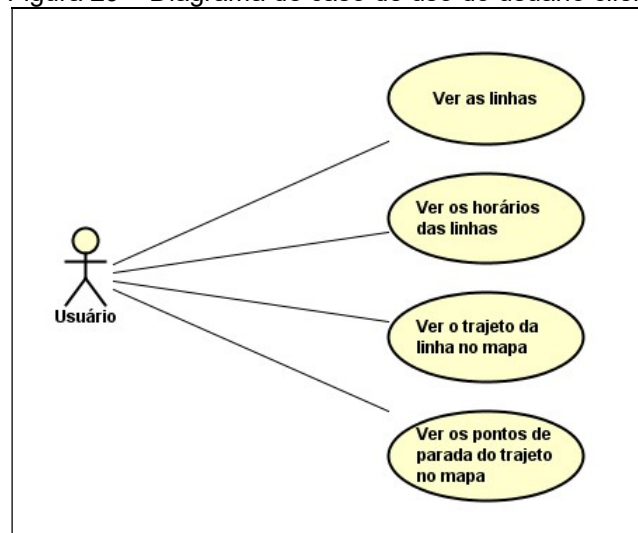
Figura 28 – Diagrama de case de uso do motorista



Fonte: Autor (2018).

Na aplicação, quando o motorista inicializar sua rota, o mapa será aberto indicando a sua rota e um ponto no mapa onde será exibido a sua localização exata, mediante o GPS do dispositivo, e de acordo com o seu movimento, o mapa será atualizado, mudando a sua localização no mesmo. Em contrapartida, o usuário cliente terá acesso a rota das linhas, os horários de partidas dos ônibus da determinada linha referente ao ponto de partida, terminal ou bairro, e também aos dias da semana, irá ser possível analisar sua a sua trajetória e seus pontos de paradas obrigatório no mapa, a figura 29 representa o diagrama de caso de uso do usuário cliente.

Figura 29 – Diagrama de caso de uso do usuário cliente



Fonte: Autor (2018).

A aplicação para a plataforma Android nomeada de CriBus, possui acessos separados e serão feitos por intermédio do tipo de login, após o login serão redirecionados para as seguintes ações de acordo com o usuário motorista ou

usuário cliente. Foram cadastradas algumas linhas de ônibus do município de Criciúma, junto com outros dados de rotas, paradas e usuários, para o funcionamento do mesmo.

6.1.3 Definição das ferramentas e recursos

Para definir as ferramentas e os recursos necessários, foram pesquisados durante o levantamento bibliográfico, quais delas satisfaziam a necessidade do desenvolvedor para com o desenvolvimento da aplicação e também quais eram disponibilizadas de forma gratuita.

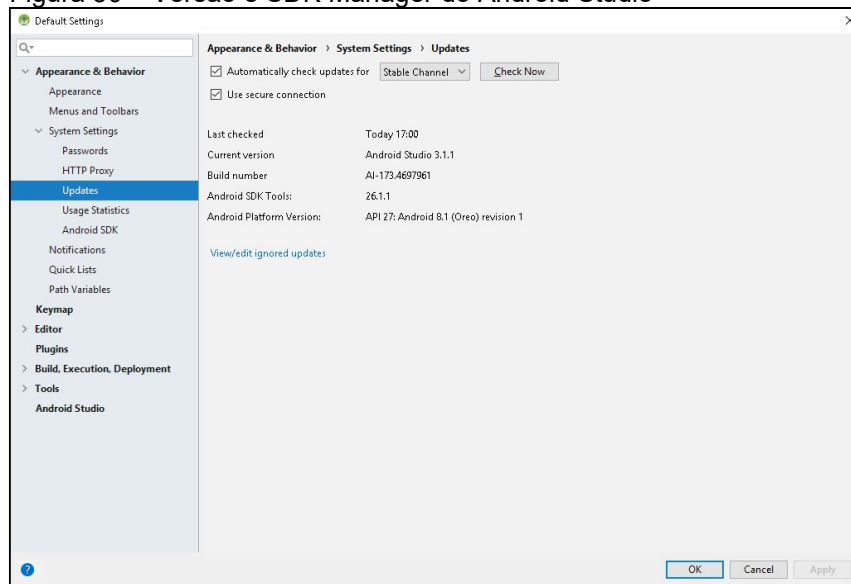
A modelagem do banco de dados foi feita no MySQL Workbench¹, na versão 8.0.13, que facilita a criação do mesmo durante este processo, por ser uma ferramenta de fácil usabilidade, mesmo sendo uma ferramenta avançada de modelagem de dados e outras características.

Para o desenvolvimento da aplicação móvel, foi definido a ferramenta de desenvolvimento na linguagem de programação java para Android, chamado de Android Studio², na versão 3.1.1, versão da plataforma Android na API level 27 que é referente ao Android 8.1 (Oreo) e na versão 26.1.1 do SDK. Esta escolha foi feita devido a ser o ambiente de desenvolvimento oficial do Android, e possuir todos os seus recursos para a implementação do aplicativo, sendo todos eles nativos, desde recursos simples como avançados. A figura 30 confirma as informações citadas.

¹ Disponível em: <<https://dev.mysql.com/downloads/workbench/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

² Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

Figura 30 – Versão e SDK Manager do Android Studio

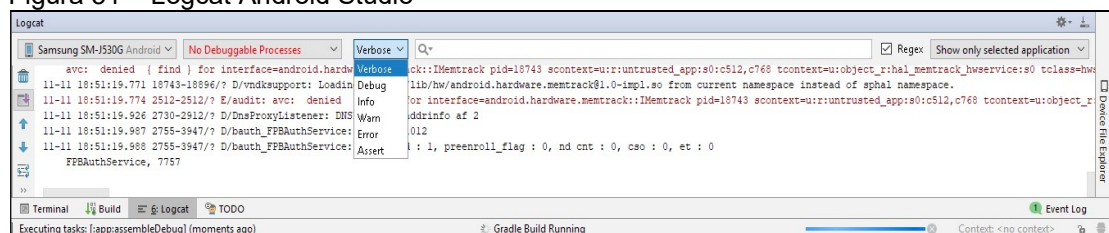


Fonte: Autor (2018).

Para armazenar os dados foi utilizado o SQLite que vem junto com a plataforma Android, ele implementa um banco de dados SQL por meio das classes SQLiteOpenHelper e SQLiteDatabase.

O LogCat é uma ferramenta que também vem junto ao Android Studio, que é disponibilizada pelo SDK e tem a funcionalidade de apresentar todos os logs do sistema operacional, sendo possível implementar estes logs por meio de mensagens no desenvolvimento do aplicativo, e as mesmas são mostradas no console da IDE de desenvolvimento. Esta ferramenta nos possibilitou o entendimento de alguns processos errôneos no decorrer do desenvolvimento do aplicativo, onde foi possível colocar mensagens com informações importantes em determinados pontos, a fim de solucioná-los. Na figura 31 é possível observar mensagens de log implementada pelo desenvolvedor do aplicativo, com a finalidade de testes.

Figura 31 – Logcat Android Studio



Fonte: Autor (2018).

Todos os testes do aplicativo foram feitos no modelo de smartphone Android Samsung J5 Pro, conforme figura 32, o aparelho roda a versão 8.1.0, Oreo. Este aparelho possui resolução de 5.2” e possui GPS integrado. Como não foi utilizado o emulador do Android o aparelho utilizado necessitou estar em modo de debug, e para habilitar esta opção precisou-se ir clicar algumas vezes no Build Number, que se encontra nas configurações do celular, exatamente nas informações de software. Após este procedimento é só conectar o dispositivo usb no computador, e aparecerá a opção de debugar pelo dispositivo.

Figura 32 – Samsung J5 PRO



Fonte: Samsung (2018).

Para finalizar, utilizou-se o software *Astah Community*³, em sua versão 8.0.0, para modelar os diagramas de caso de uso apresentados neste projeto. Esta ferramenta possui uma licença temporária, sendo possível criar os diagramas neste determinado período.

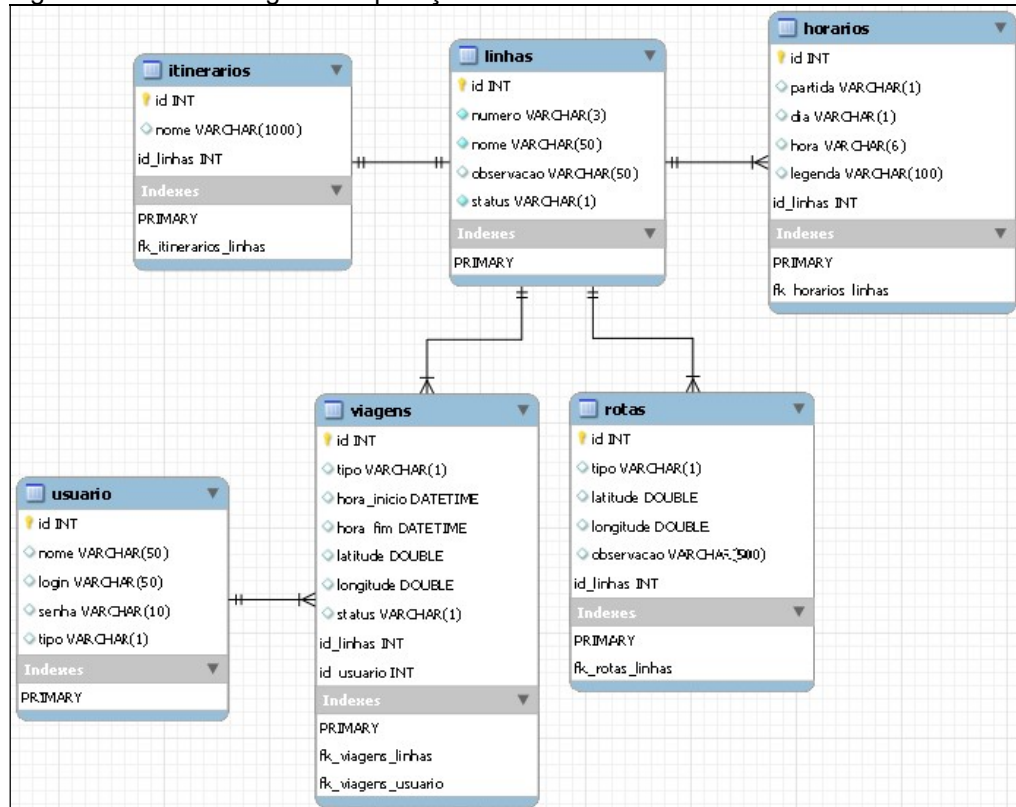
6.1.4 Modelagem

A etapa da modelagem do banco de dados constitui-se em analisar as informações que foram levantadas nos requisitos de funcionamento do protótipo, e assim poder criar um modelo lógico em representação gráfica, por meio de entidades e relacionamentos. Esta representação é um requisito relevante para a

³ Disponível em: <<http://astah.net/download/>>. Acesso em: 01 set. 2018.

criação de uma ferramenta, devido a apresentação de características de funcionamento e comportamento do software, facilitando o entendimento do projeto e diminuindo os erros no projeto, desenvolvimento e funcionamento do mesmo. A figura 33 exibe o modelo lógico da aplicação móvel.

Figura 33 – Modelo lógico da aplicação



Fonte: Autor (2018).

Como mencionado no capítulo anterior, a modelagem do banco de dados foi realizada pelo software MySQL Workbench 8.0.13, sendo que nesta modelagem pode-se expor as entidades e relacionamentos junto com seus atributos, chaves primarias e estrangeiras.

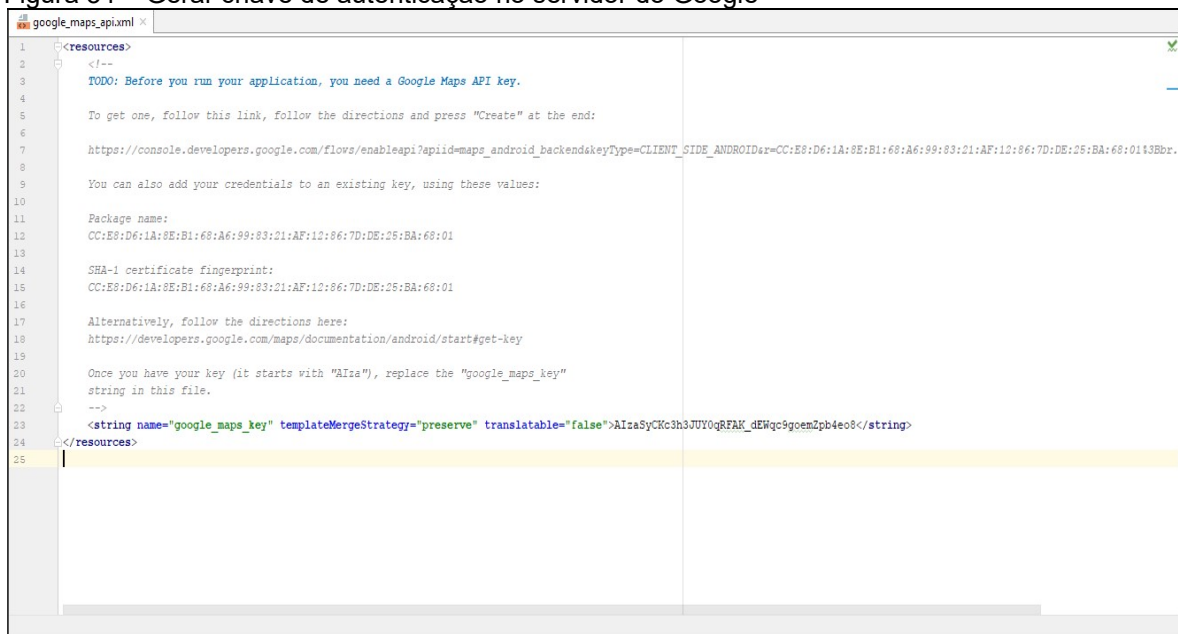
6.1.5 Gerando API Key do Google Maps

O Google Maps é um dos grandes exemplos de APIs, que por meio de seu código original, pode-se utilizá-lo e também adaptá-lo para inserir em uma aplicação. Para acessar as APIs precisa-se ter uma conta do Google e também uma

chave, que servirá para a identificação do aplicativo, podendo ter acesso após a autenticação da chave, e assim usar o Google Maps na aplicação.

Para utilizar um mapa na aplicação, precisa-se criar uma *Activity* específica que consiga se comunicar com o *Google Play Services*, que é uma API que fica rodando no fundo do Android, permitindo fazer a comunicação com o servidor da Google. A Activity se chama *Google Maps Activity*, e ao criá-la, aparecerá também um arquivo *Extensible Markup Language (XML)* com o nome de “google_maps_api.xml”, representado na figura 34, que possui instruções de como gerar a chave de autenticação.

Figura 34 – Gerar chave de autenticação no servidor do Google



```

1 <resources>
2 <!--
3  TODO: Before you run your application, you need a Google Maps API key.
4
5  To get one, follow this link, follow the directions and press "Create" at the end:
6
7  https://console.developers.google.com/flows/enableapi?apiid=maps_android_backend&keyType=CLIENT_SIDE_ANDROID&r=CC:E8:D6:1A:8E:B1:68:A6:99:83:21:AF:12:86:7D:DE:25:BA:68:01%3Bbr.com.gilmar.cribus
8
9  You can also add your credentials to an existing key, using these values:
10
11  Package name:
12  CC:E8:D6:1A:8E:B1:68:A6:99:83:21:AF:12:86:7D:DE:25:BA:68:01
13
14  SHA-1 certificate fingerprint:
15  CC:E8:D6:1A:8E:B1:68:A6:99:83:21:AF:12:86:7D:DE:25:BA:68:01
16
17  Alternatively, follow the directions here:
18  https://developers.google.com/maps/documentation/android/start#get-key
19
20  Once you have your key (it starts with "AIza"), replace the "google_maps_key"
21  string in this file.
22  -->
23  <string name="google_maps_key" templateMergeStrategy="preserve" translatable="false">AIzaSyCK3h3JUY0qRFAK_dEWqc9goemZpb4eo8</string>
24 </resources>
25

```

Fonte: Autor (2018).

Para gerar a chave de autenticação, precisa-se entrar na *Uniform Resource Locator (URL)* informada neste xml, conforme figura 35, que se localiza na linha 7, “https://console.developers.google.com/flows/enableapi?apiid=maps_android_backend&keyType=CLIENT_SIDE_ANDROID&r=CC:E8:D6:1A:8E:B1:68:A6:99:83:21:AF:12:86:7D:DE:25:BA:68:01%3Bbr.com.gilmar.cribus”. O redirecionamento da URL para o registro do seu aplicativo no serviço *Maps SDK* do Android, é realizada direto no console de API do Google, nesta URL tem todas as informações necessários para a

criação do projeto, ativação da API do Google Maps e geração da chave, sendo que também é preciso criar uma credencial conforme figura 37.

Figura 35 – Credencial para gerar a chave de API do Google

The screenshot shows the Google APIs console interface for managing an API key. At the top, there's a navigation bar with the Google APIs logo and 'My Project'. Below that, the page title is 'Chave de API' with a back arrow, a 'GERAR CHAVE NOVAMENTE' button, and an 'EXCLUIR' button. The main content area starts with a warning: 'Esta chave de API pode ser usada neste projeto e com qualquer API compatível com ela. Para usar essa chave no seu aplicativo, transfira-a com o parâmetro `key=API_KEY`.' Below this is a table with two rows: 'Data da criação' (1 de nov de 2018 16:31:31) and 'Criada por' (gilmar.mmj91@gmail.com (você)). The 'Chave de API' is displayed in a text box with a copy icon, showing the value 'AIzaSyCKc3h3JUYBqRFAK_dEYqz9goenZpb4eo8'. The 'Nome' field contains 'Chave de API 1'. Under 'Restrições de chave', there's a note: 'Esta chave está sem restrição. Para evitar uso não autorizado e o uso de cota, restrinja-a. [Learn more](#)'. Below this, two warning icons indicate 'Restrições do aplicativo: Nenhuma' and 'Restrições da API: Nenhuma'. There are two tabs: 'Restrições do aplicativo' (selected) and 'Restrições da API'. The 'Restrições do aplicativo' section lists options: 'Nenhuma' (selected), 'Referenciadores HTTP (websites)', 'Endereços IP (servidores da Web, cron jobs etc.)', 'Apps para Android', and 'Apps para iOS'. A note at the bottom says: 'Nota: pode levar até cinco minutos para que as configurações sejam aplicadas'. At the very bottom, there are 'Salvar' and 'Cancelar' buttons.

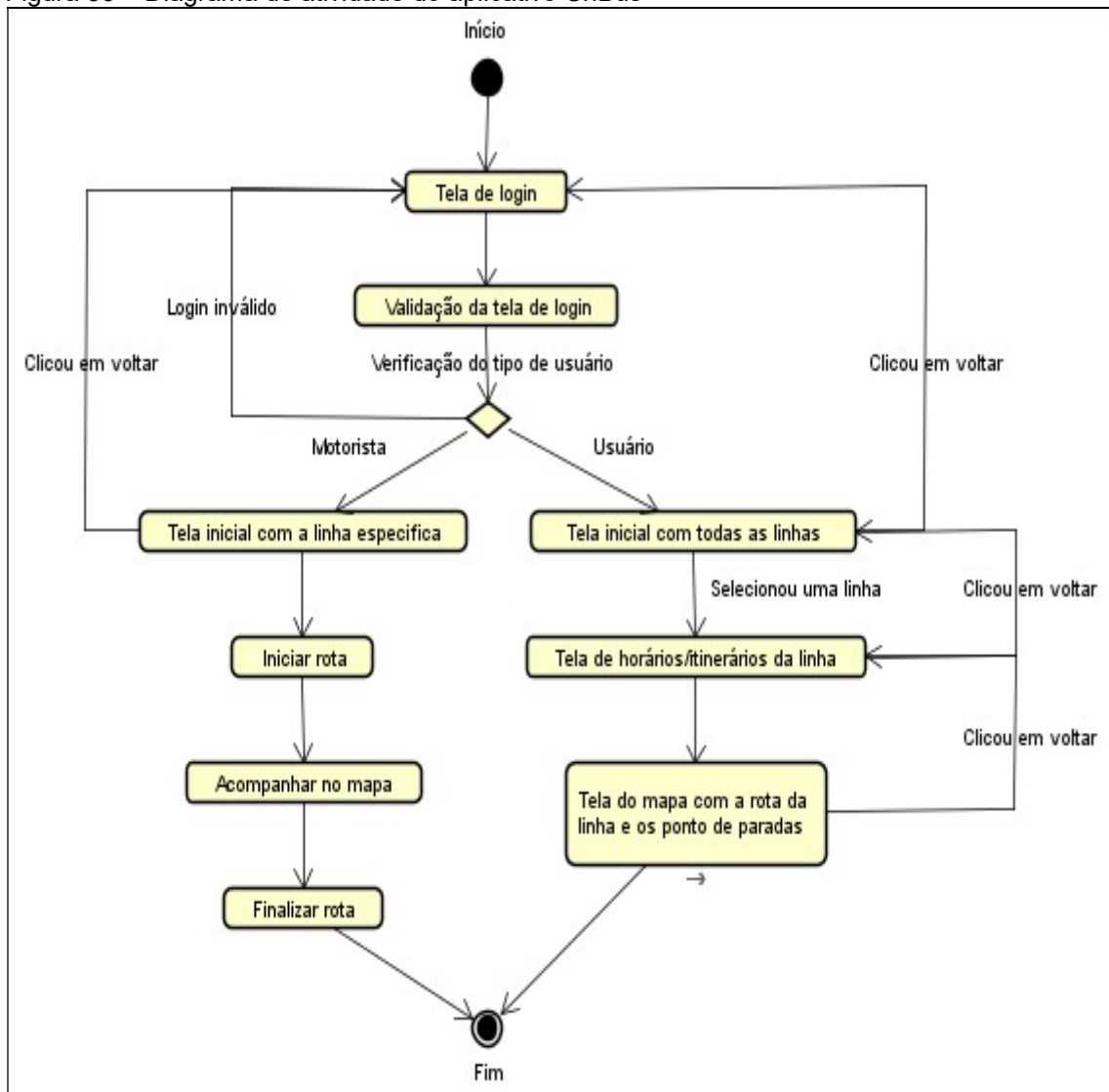
Fonte: Autor (2018).

Após estas etapas, a chave de API será gerada, conforme figura 37, e precisa-se informar a mesma no arquivo XML, "google_maps_api.xml", na linha 23, conforme figura 36. Após informá-la, o aplicativo já terá acesso ao uso do mapa da API do Google Maps direto de dentro de sua aplicação, podendo também adaptá-la.

6.1.6 Desenvolvimento Android

Realizada a instalação do ambiente de desenvolvimento Android Studio, iniciou-se o planejamento das telas e suas funcionalidades, de acordo com o fluxo de informações estabelecidos nos requisitos de funcionamento da aplicação. Desta forma chegou-se ao diagrama de atividade mostrado na figura 36.

Figura 36 – Diagrama de atividade do aplicativo CriBus

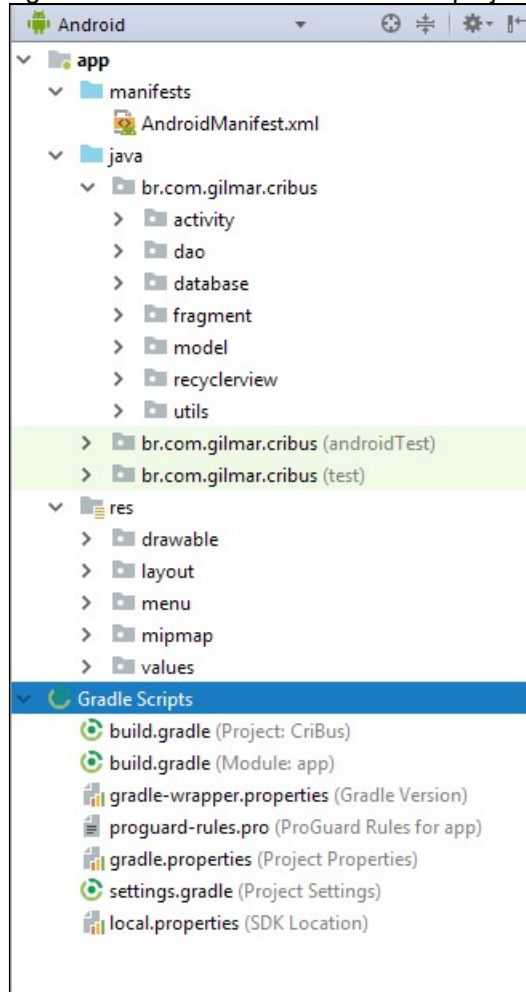


Fonte: Autor (2018).

De acordo com o processo linear do diagrama acima, o protótipo inicializa com a tela de login, para isto é preciso configurar o “AndroidManifest.xml”, no diretório raiz do projeto. De acordo com a figura 37, pode-se verificar a estrutura do

projeto Android, onde contêm todo o espaço de trabalho de um aplicativo, do código fonte ao código de testes e configuração de compilação. Ao iniciar um projeto, o Android Studio cria esta estrutura de diretórios necessários para todos os arquivos, que ficam visíveis na janela *Project*, no lado direito da *Integrated Development Environment* (IDE).

Figura 37 – Estrutura de diretórios do projeto



Fonte: Autor (2018).

No diretório manifests é onde possui o arquivo que contêm informações importantes sobre o aplicativo ao sistema operacional Android, o “AndroidManifest.xml”, sendo que estas informações contidas neste arquivo xml possuem as devidas permissões e configurações da aplicação. De acordo com a figura 38, pode-se verificar a organização do arquivo.

Figura 38 – Arquivo AndroidManifest.xml

```

1  <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2  <manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3      package="br.com.gilmar.cribus">
4
5      <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
6
7      <application
8          android:allowBackup="true"
9          android:icon="@mipmap/ic_launcher"
10         android:label="CriBus"
11         android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
12         android:supportsRtl="true"
13         android:theme="@style/AppTheme">
14         <activity
15             android:name=".activity.MainActivity"
16             android:label="CriBus"
17             android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar" />
18
19         <meta-data
20             android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
21             android:value="AIzaSyCKc3h3JUY0qRFAK_dEWqc9goemZpb4eo8" />
22
23         <activity android:name=".activity.MapaActivity" />
24         <activity
25             android:name=".activity.LinhaDetalheActivity"
26             android:label="LinhaDetalheActivity"
27             android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar" />
28         <activity android:name=".activity.LoginActivity">
29             <intent-filter>
30                 <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
31
32                 <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />

```

Fonte: Autor (2018).

O elemento “manifest” é responsável por especificar pacotes e versão do aplicativo, sendo que sempre conterá um elemento *application* dentro dele, onde possui subelementos que declaram cada componente que o aplicativo possui. O elemento “uses-permission” tem a funcionalidade de configurar todas as permissões que o aplicativo deve receber para funcionar, neste caso estamos usando a permissão de localização. Todas as *Activities* da aplicação deve ser declarada dentro do elemento *activity*, caso contrário a aplicação não irá encontrá-las. Como pode-se ver, a tela de Login é a primeira a aparecer quando se abre o aplicativo, devido a *activity* “LoginActivity” possuir o elemento “intent-filter”.

No diretório java é onde possui toda a parte de código fonte, onde pode-se estabelecer o método padrão *Model-view-controller* (MVC), que separará a aplicação em 3 partes, a camada de interação com o usuário (*view*), a camada de

manipulação dos dados (*model*) e a camada responsável por receber todas as requisições do usuário (*controller*).

E por último, no diretório *res*, que significa *resources*, é onde possui toda a parte de layout do aplicativo, onde pode-se encontrar animações, cores, *drawable*, *layout*, menu, strings, estilo e outros tipos de recursos.

A tela de login, conforme figura 41, possibilita a entrada do usuário no aplicativo, onde terá acesso a todas as funcionalidades do mesmo. Esta tela possui uma verificação do tipo de usuário, podendo entrar como um usuário motorista ou um usuário passageiro, sendo que estes dois tipos possuem ações diferentes dentro da aplicação protótipo.

Ao logar com o usuário passageiro é chamado a *activity* “MainActivity.java”, onde possui algumas configurações iniciais do aplicativo, como mostra a figura 39. Este arquivo fica no diretório “*activity*”, como todas as outras *activity*, conforme pode-se verificar na figura 38.

Figura 39 – Tela MainActivity.java

```

33 public class MainActivity extends AppCompatActivity {
34
35     private SectionsPagerAdapter mSectionsPagerAdapter;
36     private ViewPager mViewPager;
37
38     @Override
39     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
40         super.onCreate(savedInstanceState);
41         setContentView(R.layout.activity_main);
42
43         Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbar);
44         setSupportActionBar(toolbar);
45
46         mSectionsPagerAdapter = new SectionsPagerAdapter(getSupportFragmentManager());
47         mViewPager = (ViewPager) findViewById(R.id.container);
48         mViewPager.setAdapter(mSectionsPagerAdapter);
49
50         TabLayout tabLayout = (TabLayout) findViewById(R.id.tabs);
51         mViewPager.addOnPageChangeListener(new TabLayout.TabLayoutOnPageChangeListener(tabLayout));
52         tabLayout.addOnTabSelectedListener(new TabLayout.ViewPagerOnTabSelectedListener(mViewPager));
53     }
54
55     public class SectionsPagerAdapter extends FragmentPagerAdapter {
56
57         public SectionsPagerAdapter(FragmentManager fm) { super(fm); }
58
59         @Override
60         public Fragment getItem(int position) {
61             switch(position){
62                 case 0:
63                     tab_linhas tabLinhas = new tab_linhas();
64                     return tabLinhas;
65                 case 1:
66                     tab informacoes tabInformacoes = new tab informacoes();
67
68

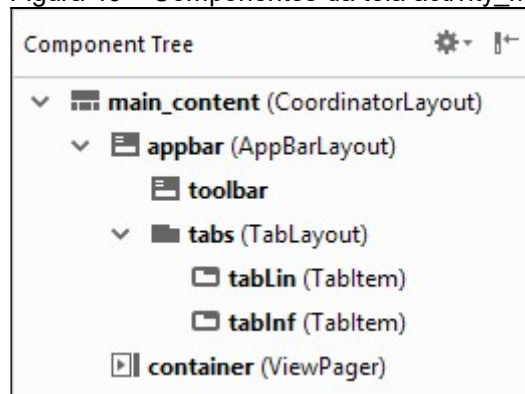
```

Fonte: Autor (2018).

Pode-se verificar na linha 41, que o método “setContentView()” é chamado, passando como parâmetro um arquivo XML, “R.layout.activity_main”,

onde é feito a criação da interface da tela. É configurado também o *Toolbar* na linha 43 e 44, e após pode-se verificar a configuração ao suporte *fragment*, no qual possibilita a representação de cada página como um *fragment*, que é setado no componente “*container*” que é um “*ViewPager*” e se encontra no mesmo arquivo XML. O aplicativo possui dois *fragment*, um para as linhas e outro para informações gerais, onde é demonstrado por tabs. As configurações da tab vem logo em seguida, onde é configurado a permissão de deslocar-se entre as tabs, deslizando para a direita ou para a esquerda e também a seleção do fragmente conforme este processo, retornando o *fragment* das linhas ou das informações gerais. No arquivo XML citado acima, temos os seguintes componentes, conforme especificado na figura 40.

Figura 40 – Componentes da tela activity_main.xml



Fonte: Autor (2018).

Na aba relacionado a lista de linhas, como visto anteriormente, é um *fragment* e dentro dele pode-se encontrar algumas linhas já cadastradas. De acordo com o diagrama de atividades, na figura 36, o usuário tem a opção de verificar os horários das linhas e também sua rota, juntamente com os pontos de paradas obrigatórios das mesmas. Para isto precisou-se criar um modelo chamado “*Linha.java*”, onde é declarado os atributos e propriedades da mesma, conforme figura 41. É feito isto também com as outras tabelas, de acordo com a modelagem da aplicação, na figura 33.

Figura 41 – Atributos e propriedades da classe Linha.java

```

5 public class Linha implements Serializable{
6     private Integer id;
7     private String numero;
8     private String nome;
9     private String observacao;
10    private String status;
11
12    public Linha(Integer id, String numero, String nome, String observacao, String status) {
13        this.id = id;
14        this.numero = numero;
15        this.nome = nome;
16        this.observacao = observacao;
17        this.status = status;
18    }
19
20    public Linha() {
21    }
22
23    public Integer getId() { return id; }
24
25
26    public void setId(Integer id) { this.id = id; }
27
28
29    public String getNumero() { return numero; }
30
31
32    public void setNumero(String numero) { this.numero = numero; }
33
34
35
36
37    public String getNome() { return nome; }
38
39
40
41    public void setNome(String nome) { this.nome = nome; }

```

Fonte: Autor (2018).

Como pode-se ver na figura acima, a classe é referente a entidade linha, criado na base de dados, que possui atributos e propriedades. Todo o processo de gerenciamento de informações que vem do banco de dados, deve ser inserido no diretório “dao”, como visto na figura 37. Os arquivos de dentro desse diretório possuem criações de tabelas, consultas de informações e até mesmo inserções de informações no banco de dados da aplicação. Todo o processo que envolve banco de dados encontra-se neste diretório. A figura 42 representa um exemplo deste tipo de arquivo. Observa-se que nele encontra-se a criação das linhas com o comando “CREATE TABLE linhas”, a inserção das linhas com o comando “INSERT INTO linhas” e mais uma função “buscaLinhas()”, que tem a finalidade de fazer uma consulta desta tabela utilizando-se do comando “SELECT”.

Figura 42 – Arquivo LinhaDAO.java

```

15 public class LinhaDAO {
16
17     private SQLiteDatabase db;
18
19     public LinhaDAO(Context context) { db = Banco.getInstance(context).getDatabase(); }
20
21     private SQLiteDatabase getReadableDatabase() { return db; }
22
23     public void close() {}
24
25     public static void onCreate(SQLiteDatabase db) {
26         db.execSQL("CREATE TABLE linhas (id INTEGER PRIMARY KEY, numero TEXT NOT NULL, nome TEXT NOT NULL, observacao TEXT,
27         db.execSQL("INSERT INTO linhas VALUES (1, '200', 'RIO MAINA', 'HOSPITAL SANTA CATARINA', 'A');");
28     }
29
30     public List<Linha> buscaLinhas() {
31         List<Linha> linhas = new ArrayList<>();
32
33         String sql = "SELECT * FROM linhas WHERE status='A'";
34         SQLiteDatabase db = getReadableDatabase();
35         Cursor c = db.rawQuery(sql, selectionArgs: null);
36
37         while (c.moveToNext()) {
38             Linha linha = new Linha();
39             linha.setId(c.getInt(c.getColumnIndex( columnName: "id")));
40             linha.setNumero(c.getString(c.getColumnIndex( columnName: "numero")));
41             linha.setNome(c.getString(c.getColumnIndex( columnName: "nome")));
42             linha.setObservacao(c.getString(c.getColumnIndex( columnName: "observacao")));
43             linha.setStatus(c.getString(c.getColumnIndex( columnName: "status")));
44         }
45     }
46 }

```

Fonte: Autor(2018).

Para todo esse processo de gerenciamento de banco de dados no Android, usa-se uma classe auxiliar com o nome de “SQLiteOpenHelper” que gerencia a criação do banco de dados e o gerenciamento de versão. A criação de uma classe “Banco.java”, que se encontra no diretório “database”, conforme figura 39, estende-se desta classe auxiliar, onde foi necessário para o processo de criação das tabelas e inserção dos registros no banco de dados, que encontra-se no método “onCreate()” desta classe, como é apresentado na figura 43.

Figura 43 – Classe Banco.java que estende da classe SQLiteOpenHelper

```

12 public class Banco extends SQLiteOpenHelper {
13
14     private SQLiteDatabase database;
15
16     public Banco() {
17         super(context, name: "CriBus", factory: null, version: 1);
18
19         database = getWritableDatabase();
20     }
21
22     @Override
23     public void onCreate(SQLiteDatabase db) {
24         HorarioDAO.onCreate(db);
25         ItinerarioDAO.onCreate(db);
26         LinhaDAO.onCreate(db);
27         RotaDAO.onCreate(db);
28     }
29
30     @Override
31     public void onUpgrade(SQLiteDatabase sqLiteDatabase, int i, int il) {
32
33     }

```

Fonte: Autor (2018).

Como pode-se verificar, CriBus é o nome para do banco de dados desta aplicação, sendo que cada aplicação que possui um gerenciamento a um banco de dados, precisa-se declarar um nome e uma versão a ele.

Para o método “onUpgrade()” não foi necessário implementar linhas de código, porque o aplicativo não possui versionamento, declarando assim um valor fixo 1.0.

O uso de uma classe para este processo, tem a finalidade de criar somente uma conexão com o banco de dados e não várias, também pode-se centralizar os processos nesta única classe.

Após este processo de implementação de dados na tabela linhas, pode-se visualizar os horários das mesmas, sendo feito o mesmo processo de criação de dados das linhas, só que agora referente aos horários das linhas. Com a criação do atributos e propriedade do modelo “Horarios.java”, referente a entidade horários, pode-se criar a classe “HorarioDAO.java” que possui todos os métodos relacionados a consultas e escritas no banco de dados.

Pelo meio da tela de consulta de horários de uma linha específica, tem-se a possibilidade de verificar a rota do ônibus no Google Maps, internamento ao aplicativo, após gerar a chave de autenticação com o servidor do Google, para fazer uso das APIs desejadas, como foi explicado em capítulos anteriores. Além desta chave, precisou-se criar um XML, onde o mapa irá se posicionar em uma tela no aplicativo, chamada de “activity_mapa.xml”. Nesta *activity*, encontra-se somente um *FrameLayout* que irá se posicionar na tela inteira do aplicativo móvel, com o *match_parent*, conforme imagem 44.

Figura 44 – Tela activity_mapa.xml

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
2 <FrameLayout
3     xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
4     android:id="@+id/frame_mapa"
5     android:layout_width="match_parent"
6     android:layout_height="match_parent"
7     />
```

Fonte: Autor (2018).

O *FrameLayout* é uma moldura que será substituída por um *fragment*, por isso colocou-se um o valor “@+id/frame_mapa” no parâmetro *id*, que será utilizado na classe “MapaActivity.java”. Nesta classe, conforme figura 45, pode-se confirmar, conforme explicado anteriormente, que está sendo colocado um novo *fragment* sobre o *FrameLayout*, onde deverá se localizar o mapa. Para incluir o *fragment*, utilizou-se o método “getSupportFragmentManager()”, que devolverá uma referência que será guardada na variável “manager”. Todas as operações executadas por intermédio do *fragment* precisa de uma transação, sendo assim, dentro da variável “*transaction*” guarda-se o valor do “beginTransaction()”. Após este processo, é possível realizar a operação de substituição, onde será especificado o *frame* que foi substituído e o *fragmente* que o substituiu, finalizando com a efetuação da transação por meio do “commit()”.

Figura 45 – Activity MapaActivity.java

```

13 public class MapaActivity extends AppCompatActivity {
14
15     @Override
16     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
17         super.onCreate(savedInstanceState);
18         setContentView(R.layout.activity_mapa);
19
20         fragmentManager = getSupportFragmentManager();
21         FragmentTransaction transaction = manager.beginTransaction();
22         transaction.replace(R.id.frame_mapa, new mapa_fragment());
23         transaction.commit();
24     }
25 }
26

```

Fonte: Autor (2018).

A classe “mapa_fragment.java” herda todas as funcionalidades e comportamentos do Google Maps, por entre a herança da classe “*SupportMapFragment*”, e implementa o “*OnMapReadyCallBack*” que nos informara quando o mapa estiver pronto para novas customizações. O método “onCreate()” desta classe possui somente uma linha de comando, conforme figura 46. O método “getMapAsync()” vai preparar uma instancia do Google Maps, para poder manipulá-lo da forma necessária e conseguir fazer novas customizações, no caso da aplicação CriBus, foi-se implementado os marcadores e uma linha sinalizando a rota do ônibus.

Figura 46 – Método onCreate() da classe mapa_fragment.java

```

64 public class mapa_fragment extends SupportMapFragment implements OnMapReadyCallback {
65
66     @Override
67     public void onCreate(Bundle bundle) {
68         super.onCreate(bundle);
69         getMapAsync( onMapReadyCallback: this);
70     }

```

Fonte: Autor (2018).

O método “getMapAsync(this)” como visto na imagem acima, precisa de um objeto que receba seu retorno, ou seja, receba o retorno de que o mapa está pronto para ser usado. Como pode-se ver, passamos a própria classe como parâmetro, com isto precisou-se implementar uma interface, chamada de “onMapReadyCallback” junto com um método obrigatório chamado “onMapReady”, conforme figura 47.

Figura 47 – Método onMapReady da classe mapa_fragment.java

```

72     @Override
73     public void onMapReady(GoogleMap googleMap) {
74         RotaDAO rotas = new RotaDAO(getContext());
75
76         PolylineOptions options = new PolylineOptions().width(10).color(Color.BLUE).geodesic(false).endCap(new Sq
77
78         for (Rotas rota : rotas.buscaRota( id_linha: 1, tipo: "I")) {
79             LatLng coordenada = pegaCordenadaDoEndereco(rota.getObservacao());
80             if (coordenada != null){
81                 MarkerOptions marcador = new MarkerOptions();
82                 marcador.position(coordenada);
83                 marcador.title("Parada");
84                 marcador.snippet(rota.getObservacao());
85                 marcador.icon(bitmapDescriptorFromVector(getActivity(), R.drawable.ic_local_parking_black_18dp));
86                 googleMap.addMarker(marcador);
87                 options.add(coordenada);
88             }
89         }
90
91         CameraUpdate update = CameraUpdateFactory.newLatLngZoom(options.getPoints().get(0), 17);
92         googleMap.moveCamera(update);
93
94         googleMap.addPolyline(options);
95         rotas.close();
96
97         MarkerOptions marcadorOnibus = new MarkerOptions();
98         marcadorOnibus.position(options.getPoints().get(0));
99         marcadorOnibus.title("Ônibus");
100        marcadorOnibus.snippet("Rota 200");
101        marcadorOnibus.icon(bitmapDescriptorFromVector(getActivity(), R.drawable.ic_directions_bus_black_24dp));
102        Marker marker = googleMap.addMarker(marcadorOnibus);
103        moveMarker(marker, options.getPoints(), pos: 1);
104    }

```

Fonte: Autor (2018).

Após o mapa estar pronto para uso, que será informado pela interface implementada, explicado acima, o método "onMapReady()" será inicializado, onde será implementado todas as customizações feitas.

Conforme figura 47, criou-se uma instância de rotas para buscar todas as informações relacionado a rota da linha selecionada, com informações de latitude, longitude, endereço, entre outros. Para criar marcadores no mapa precisou-se instanciar um “*MarkerOptions()*”, onde pode-se fazer todas as configurações necessárias para aparecer no mapa, como colocar títulos em cada marcador, subtítulos, imagens, entre outros. Todos os marcadores criados é chamado a partir de um método que faz uma consulta em uma tabela no banco de dados.

Junto com as configurações dos marcadores, criou-se também a linha da rota do ônibus. Utilizou-se o “*PolylineOptions*”, onde configurou-se os parâmetros de customização da linha, como cor, tamanho, entre outros. Para traçar a linha da rota, utilizou-se as mesmas coordenadas passadas para os marcadores, onde é chamado de vértices. Esses vértices são coordenadas geográficas que estão na tabela de rotas, no campo observação. Este campo possui o endereço por extenso de um determinado local, como por exemplo, “Rua dos Ferroviários 207, Pinheirinho, Criciúma, Santa Catarina”. Para transformar um endereço em um ponto latitude e longitude, que é necessário para o comando “*add()*” do “*PolylineOptions()*”, criou-se um novo método chamado de “*pegaCordenadaDoEndereco()*”, onde passa-se por parâmetro o endereço por extenso e retorna uma posição com latitude e longitude, que é mantida na variável coordenada que é um objeto “*LatLng*”. Após o retorno do valor de latitude e longitude, pode-se utilizar o método “*add()*”, que adicionará um vértice onde a linha terá que passar. A imagem 48 apresenta o método criado para a transformação de um endereço em um ponto *LatLng*.

Figura 48 – Método *pegaCordenadaDoEndereco* na classe *mapa_fragment.java*

```

106 @ private LatLng pegaCordenadaDoEndereco(String endereco){
107     try {
108         Geocoder geocoder = new Geocoder(getContext());
109         List<Address> resultado = geocoder.getFromLocationName(endereco, maxResults: 1);
110         if (!resultado.isEmpty()){
111             LatLng posicao = new LatLng(resultado.get(0).getLatitude(), resultado.get(0).getLongitude());
112             return posicao;
113         }
114     } catch (IOException e){
115         e.printStackTrace();
116     }
117     return null;
118 }

```

Fonte: Autor (2018).

Na parte do motorista, como mostra o diagrama de atividade na figura 36, pode-se iniciar a rota e finalizá-la, marcando o tempo de viagem e inserindo na entidade viagens, onde irá salvar todas as viagens daquele motorista, além disso, pode-se obter a localização exata de onde o ônibus está. De acordo com a figura 49, pode-se ver as etapas necessárias para a criação de um ponto específico no mapa a partir do GPS.

Figura 49 – Tela MapaMotoristaActivity.java

```

42 public class MapaMotoristaActivity extends FragmentActivity implements OnMapReadyCallback, GoogleApiClient.ConnectionCallbacks,
43     LocationListener {
44
45     private static final int REQUEST_CHECK_SETTINGS = 25;
46     private boolean PRE_ALERT_FLAG = true;
47     private GoogleMap mMap;
48     private LocationRequest mLocationRequest;
49     private GoogleApiClient mGoogleApiClient;
50     private Location mCurrentLocation;
51     private static final String TAG = "MapsActivity";
52     private static final long INTERVAL = 1;
53     private static final long FASTEST_INTERVAL = 1;
54
55     private Marker currentMarkerPos;
56
57     protected void createLocationRequest() {...}
58
59
60
61
62
63
64
65     @Override
66     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
67         super.onCreate(savedInstanceState);
68         setContentView(R.layout.activity_mapa_motorista);
69         // Obtain the SupportMapFragment and get notified when the map is ready to be used.
70         SupportMapFragment mapFragment = (SupportMapFragment) getSupportFragmentManager()
71             .findFragmentById(R.id.map);
72         mapFragment.getMapAsync(new OnMapReadyCallback() {
73             @Override
74             public void onMapReady(GoogleMap googleMap) {
75                 createLocationRequest();
76                 mGoogleApiClient = new GoogleApiClient.Builder(context)
77                     .addApi(LocationServices.API)
78                     .addConnectionCallbacks(this)
79                     .addOnConnectionFailedListener(this)
80                     .build();
81             }
82         });
83     }
84 }

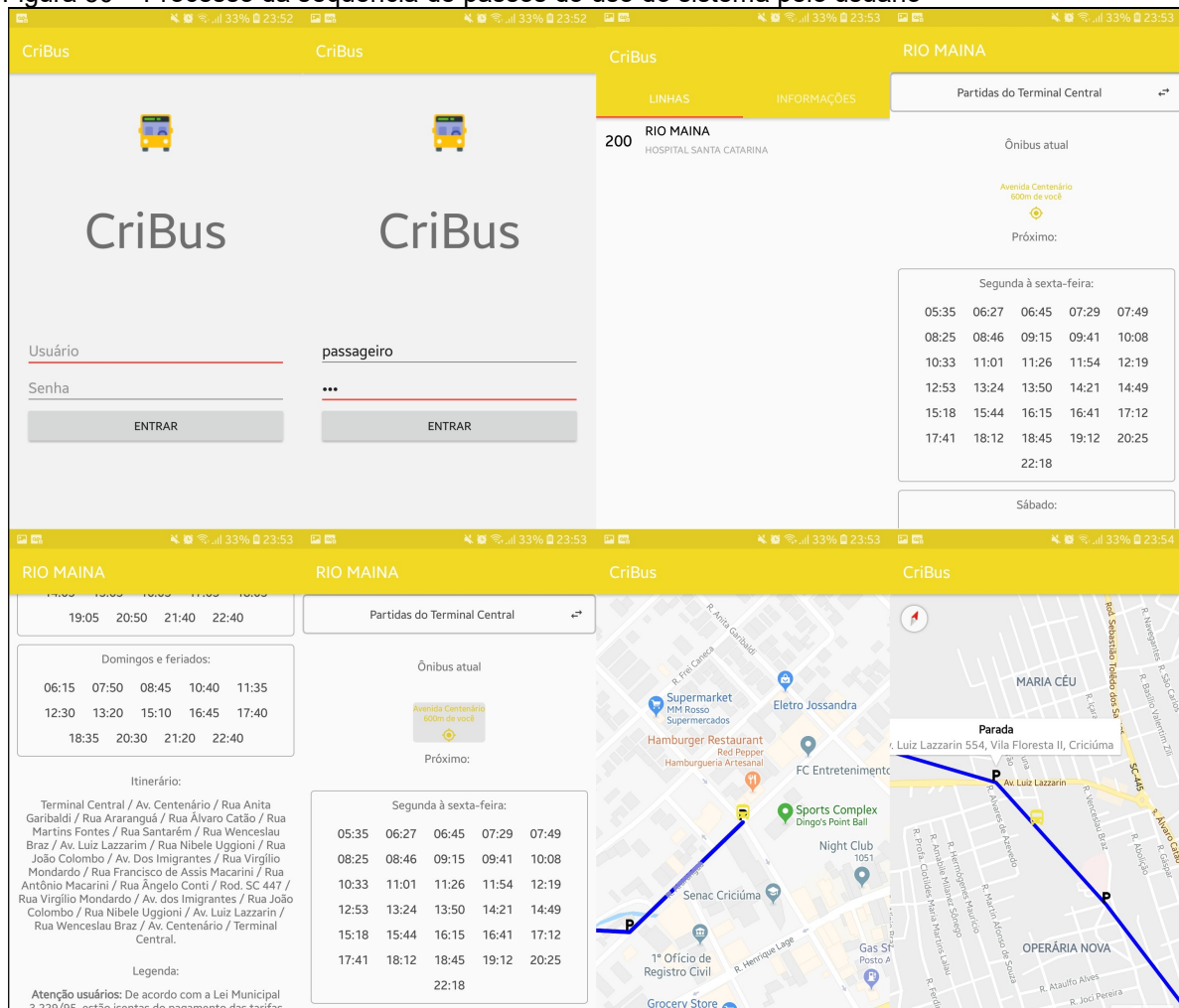
```

Fonte: Autor (2018).

6.1.7 Funcionamento do sistema

O fluxo do protótipo de desenvolvimento se dá início na tela de login, conforme figura 50, o acesso ao aplicativo é somente para usuários cadastrados, obtendo um login e senha. A sequência dos passos entre as janelas se dá na imagem, de cima para baixo e da esquerda para a direita.

Figura 50 – Processo da sequência de passos do uso do sistema pelo usuário



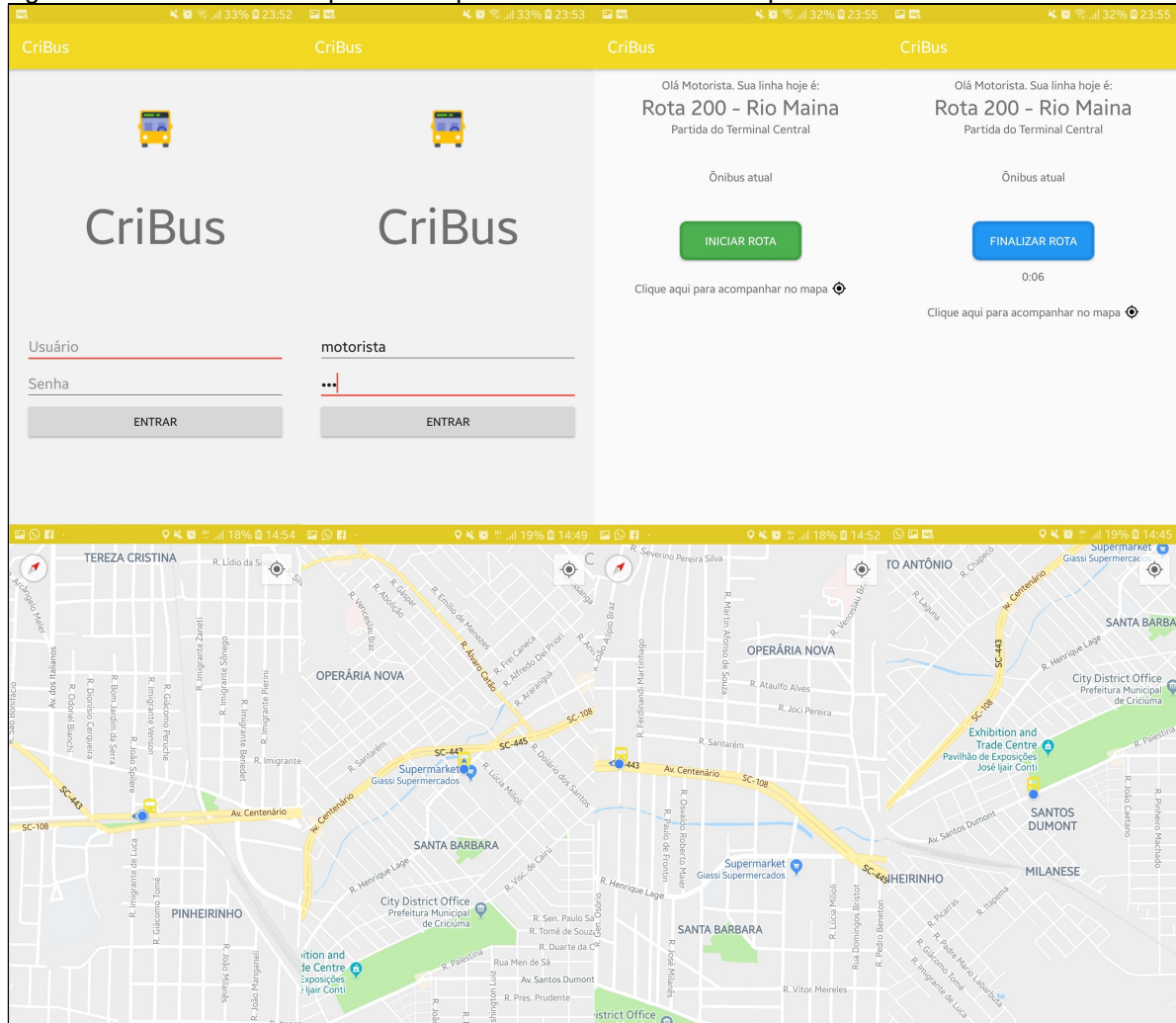
Fonte: Autor (2018).

O usuário terá acesso a estas telas conforme a figura 50, sendo que ao entrar com o seu login e senha, será redirecionado para a tela de linhas, onde possuirá todas as linhas cadastradas no protótipo. Mediante estas linhas, ao seleciona-la, pode-se obter os dados de horários da mesma, referente aos dias da semanas e de acordo com a partida do terminal ou do bairro. Mesmo com estes dados de horários, ainda possui-se a localização de todos os pontos de parada daquela determinada linha selecionada, junto com uma linha de rota, que mostra onde o ônibus irá passar. Os pontos de paradas marcado no mapa possui um título e uma observação, para o melhor entendimento da rota.

Já a parte do motorista, conforme figura 51, também funciona da mesma maneira que o usuário, onde será preciso de um login e senha cadastrado para o acesso ao aplicativo. Após a autenticação do motorista logado, abrirá uma tela com

a próxima rota do motorista para ele iniciar. Ao iniciar uma rota ele poderá finalizá-la. Também tem a possibilidade de ver em tempo real, onde o motorista está, por meio do GPS do smartphone.

Figura 51 - Processo da sequência de passos do uso do sistema pelo motorista



Fonte: Autor (2018).

6.2 RESULTADOS OBTIDOS

A partir do levantamento dos requisitos realizado neste trabalho, foi possível conhecer a ligação entre os principais conceitos sobre a mobilidade urbana e o transportes público, onde a necessidade de locomoção seja mais rápida, segura e confortável. Também foi necessário conhecer um pouco mais sobre dispositivos móveis, que está se popularizando a cada dia, devido aos recursos avançados

existentes nele. Por fim, foi feita pesquisas relacionado a geolocalização, desde o surgimentos dos mapas até a criação do dispositivo GPS.

O estudo realizado possibilitou o desenvolvimento de um protótipo móvel na plataforma Android que houvesse uma integração do recurso de localização, GPS, junto com os recursos do Google Maps, onde os usuários possam visualizar os dados referente as linhas de ônibus do município de Criciúma, como horários e rotas.

Existem vários trabalhos na área de mobilidade urbana voltada para a utilização em ferramentas computacionais, que deu-se suporte para o desenvolvimento deste protótipo, utilizando ferramentas como o GPS integrado com a API do Google Maps.

A pesquisa proporcionou também o estudo e compreensão do processo de desenvolvimento de aplicativos para a plataforma Android, desde o processo de construção, até o processo final de build e criação da aplicação no smartphone.

Foram feitos vários testes no decorrer do desenvolvimento do protótipo, visando a integridade dos dados e o funcionamento do mesmo. Para a parte de paradas de ônibus, precisou-se entrar no Google Maps e localizar alguns pontos referente a linha de ônibus cadastradas, após estes dados resgatados, foram comparado com dados disponibilizados pela ASTC, e as mesmas coordenadas das paradas fechavam. A linha referente a rota onde o ônibus irá passar, foi criada de acordo com os pontos de coordenadas das paradas, sendo que não ficou sobre as avenidas, tornando um pouco difícil saber por qual rua o ônibus irá passar. Por fim, foram feitos testes em relação ao GPS, na parte do motorista. Foram feito algumas viagens de carro entre a cidade de Criciúma, com o aplicativo aberto, e resgatou-se algumas imagens acima de pontos específicos na região, com sinalização do marcados.

Para o tema proposto por este trabalho, os resultados obtidos foram satisfatórios em relação aos objetivos apresentados. O objetivo principal que se trata do desenvolvimento de um protótipo de aplicativo Android capaz de identificar um ponto específico no mapa, disponibilizado pela Google Maps API, integrando estas duas ferramentas, foi alcançado com sucesso.

7 CONCLUSÃO

Com o grande uso diário de dispositivos móveis por pessoas, as empresas fabricantes deste aparelho obrigaram-se a desenvolver recursos cada vez mais avançados, para suprir as necessidades dos consumidores. Com isto, no trabalho proposto precisou-se ir em busca de alguns tipos destes recursos, onde no objetivo principal desta pesquisa era a integração do GPS, que é um dispositivo interno disponibilizado pelo smartphone, junto com a API do Google Maps.

Com o intuito de alcançar o objetivo principal e os específicos deste trabalho, precisou-se iniciar estudos em livros, revistas, artigos, TCCs, Teses, vídeos, entre outros, em cima da compreensão da plataforma Android, em paralelo com pesquisas relacionado a mobilidade urbana na cidade de Criciúma, voltado para o transporte público de Criciúma. Com isto, foi necessário analisar linhas de ônibus, paradas e rotas onde é o caminho por onde os ônibus irão trafegar, como também, análises feitas em cima de APIS do Google, compreensão do funcionamento da plataforma Android Studio utilizando o banco de dados nativo da mesma, o SQLite.

O desenvolvimento do projeto agregou conhecimentos extras referente a tecnologias que não fazem parte da grade de estudos, além de mostrar a importância da criação de aplicativos com grandes tecnologias presentes, para o uso em uma determinada área, incentivando uma outra área.

Durante a realização do projeto algumas dificuldades surgiram. Inicialmente em relação as pesquisas, foram encontrados algumas dificuldades em relação aos pontos de paradas dos ônibus do transporte público de Criciúma, que seria usado após no desenvolvimento, também aconteceu isto com as rotas, onde o ônibus irá transitar entre as ruas e paradas, isto foi sanado, com a ajuda da ASTC que disponibilizou dois arquivos do tipo KMZ, que possuía todos os dados dos ônibus em relação as rotas e paradas. Estes arquivos foram abertos no Google Earth. Um arquivo possuía as paradas e o outro as rotas na região de Criciúma.

A cerca do desenvolvimento da aplicação alguns problemas foram encontrados, no início obteve-se dificuldades de manipulações de elementos, pois a linguagem de programação é Java para Android, que logo após foram sanadas, com a utilização de vídeo aulas e livros. Teve-se dificuldade em relação ao componente

de layout do Android, que utiliza-se de XML, precisou-se estudar um pouco das *tags* para criar-se o XML necessário para a implementação das telas no protótipo.

Em relação ao banco de dados, não houve dificuldade, sabendo-se que foi utilizado o banco de dados interno do Android, o SQLite. Foram feitos selects simples de busca e inserção para trazer as informações corretas.

Em se tratando de codificação do aplicativo, teve-se dificuldade na implementação da posição exata no Google Maps por meio do GPS, foi feita esta parte por último no projeto, pensando-se em conhecimento agregados até o início do mesmo, o que tornou um pouco mais rápido, mas mesmo assim complicado, pois os comandos para essa utilização são mais avançados, de difícil entendimento, com várias propriedades e parâmetros no mesmo código do mesmo método.

O resultado do projeto proporcionou o desenvolvimento de um aplicativo móvel com o intuito de utilizar da ferramenta GPS, interna ao smartphone, junto com a API do Google Maps, para proporcionar dados exatos sobre linhas, rotas, paradas e até localização exata.

A partir desta pesquisa outros trabalhos podem ser realizados como projetos futuros, como por exemplo a implementação de Websokets ou Webservices e o desenvolvimento do aplicativo para outras plataformas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lúcia Marina Alves de; RIGOLIN, Tércio Barbosa. **Geografia: geografia geral e do Brasil**. São Paulo: Atica, 2009.

_____. Geografia:

ANATEL. **Brasil ultrapassa um celular por habitante**. 2010. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNoticias-do?acao=carregaNoticia\codigo=21613>>. Acesso em: 30.09.2016.

ANATEL. **Brasil alcança 268,44 milhões de acessos móveis em agosto**. 2013. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNoticias-.do?acao=carregaNoticia\codigo=30969>>. Acesso em: 30.09.2016.

ANDROID. **The Android Source Code**. Tradução nossa. Disponível em: <<https://source.android.com/source/index.html>>. Acesso em: 19.09.2016.

BRAGHETTO, Kelly Rosa; KON, Fabio. **Os desafios das cidades inteligentes**. Revista da Sociedade Brasileira de Computação, Rio Grande do Sul, v. 3, p. 8, 2017. Disponível em: <<https://pdf.magtab.com/leitor/203/edicao/1871>>. Acesso em: 21.08.2018.

BRASIL. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Brasil acessível: programa brasileiro de acessibilidade urbana**. Brasília, DF, 2006. 167 p.

BRASIL. **IBGE**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=420460&search=|jinfogr%E1ficos:-dados-gerais-do-munic%EDpio>>. Acesso em: 20.09.2016.

BURNETTE, Ed. **Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform**. Dallas: The Pragmatic Bookself, 2008. 247 p.

BUSINESSWEEK. **Google Buys Android for Its Mobile Arsenal**. 2005. Tradução nossa. Disponível em: <<http://www.businessweek.com/stories/2005-08-16/google-buys-android-for-its-mobile-arsenal>>. Acesso em: 15.11.2016.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. **Uma visão da mobilidade urbana sustentável**. Rio de Janeiro, out. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267417557_UMA_VISAO_DA_MOBILIDADE_URBANA_SUSTENTAVEL>. Acesso em: 12.09.2016.

CARDOSO, Juliana; SALVARO et al. **Acidente de Transito com Trauma: Os Desafios da Violência Urbana**. In: Encontro Nacional de Ensino De Ciências da Saúde e de Ambiente, 3., 2012, Niterói. Artigo. Niterói: Campus da Praia Vermelha/uff, 2012. p. 1 - 11. Disponível em: <<http://www.ensinosaudeambiente.com.br/eneciencias/anaisiiieneciencias/trabalhos/T27.pdf>>. Acesso em: 13.09.2016.

CIDADES, Ministério das. **Mobilidade urbana é desenvolvimento urbano!**. Brasil, v. 1, nov. 2005.

COIMBRA, Pedro J.; TIBÚRCIO, José Arnaldo M. **Geografia: uma análise do espaço geográfico**. 3. ed. São Paulo: Harbra, 2006.

COMUNICAÇÕES, **Ministério Das (Org.)**. **História da Telefonia: Linha do Tempo**. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/component/content/article/44-historia-dascomunicacoes/22463-historia-da-telefonias>>. Acesso em: 09.09.2016.

CRICIUMA. Autarquia de Segurança, Trânsito e Transporte de Criciúma. **Transporte Coletivo**. Criciúma, SC, 2013.

DARWIN, Ian. **Android Cookbook**. Sebastopol, CA. O'Reilly. 2012. 686p.

DEITEL, Paul et al. **Android para programadores: Uma abordagem baseada em aplicativos**. 2ª.ed., Porto Alegre: Bookman Editora. 2015. 316 p.

DUBEY, Abhishek; MISRA, Anmol. **Android security: attacks and defenses**. California: Hardback, 2013. 280 p.

FALCHUK, Benjamin; LOEB, Shoshana. **Mobile healthcare: Technologies and architectures**. In: IEEE/NIH Life Science Systems and Applications Workshop.

FARIA, N. A. S. **Suporte à edição cooperativa de Informação Geográfica em Ambiente WEB**. 2006. 99 p. Dissertação de Mestrado em Informática, Universidade do Minho Braga, Portugal. 2006.

FERRIS, Brian. **OneBusAway: Improving the Usability of Public Transit**. Tese (Doutorado) - Department of Computer Science and Engineering, University of Washington, 2011. Disponível em: <<http://onebusaway.gatech.edu/xwiki/bin/download/Main/Research-/BrianFerrisDissertation.pdf>>. Acesso em: 01.09.2016.

FIGUEIREDO, Carlos Maurício Seródio; NAKAMURA, Eduardo. **Computação Móvel: Novas Oportunidades e Novos Desafios**. T&C Amazônia, Manaus, n. 2, p.16-28, 01 jun. 2003. Semestral. Disponível em: <https://portal.fucapi.br/tec/imagens/revistas/ed02_completo.pdf> Acesso em: 02.09.2016.

FONTANA, Sandro Paulo. **Sistema de Posicionamento Global GPS a navegação do futuro**. 2. ed. Rio Grande do Sul: Mercado Aberto, 2002.

FRIEDMANN, Raul M. P., **Fundamentos de Orientação, Cartografia e Navegação Terrestre**. 2. ed. Curitiba: UTFPR, 2008.

GARGENTA, Marko. **Learning Android: Building Applications for Android Market**. Sebastopol: O'reilly, 2011. 268 p.

GARTNER. **Gartner Says Smartphone Sales Grew 46.5 Percent in Second Quarter of 2013 and Exceeded Feature Phone Sales for First Time**. 2013. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2573415>>. Acesso em: 19.09.2016. Pág: 12.

GOOGLE. **Android: History**. 2014. Tradução nossa. Disponível em: <<http://www.android.com/history/>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

GOOGLE INC. **Bem-vindo a plataforma do Google Maps**. Disponível em: <<https://cloud.google.com/maps-platform/?hl=pt-BR>>. Acesso em: 09 set. 2018.

HUDSON, Chuck; LEADBETTER, Tom. **HTML5 Developer's Cookbook: Developer's Library**. New Jersey, USA: Pearson Education, Inc., 2012.

IBGE. **PNDA: De 2005 para 2011, número de internautas cresce 143,8% e o de pessoas com celular, 107,2%**. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&idnoticia=2382&busca=1&t=pnad-2005-2011-numero-internautas-cresce-143-8-pessoas-celular-107-2>>. Acesso em: 08.09.2016.

ITU, International Telecommunication Union. **New ITU ICT Development Index compares 154 countries**. Disponível em <http://www.itu.int/newsroom/press_releases/2009/07.html> Acesso em: 09.09.2016.

JENKINS, H. **Cultura da convergência: a colisão entre velhos e novos meios de comunicação**. 2ª Ed. São Paulo. Aleph, 2009.

JOBSTRAIBIZER, Flávia. **Criação de Aplicativos para Celulares com Google Android**. São Paulo: Universo dos livros, 2009. 128 p.

JOLY, Fernand. **A cartografia**. 11. ed. Campinas, SP: Papirus, 2008.

LECHETA, Ricardo R. **Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 4^a.ed., São Paulo: Novatec Editora, 2015. 1016 p.

MEIER, Reto. **Professional Android 4 Application Development**. Wrox, 2012.

MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações**. 1. ed. São Paulo: UNESP, 2000.

MOREIRA, Igor. **Construindo o espaço do homem**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1999.
NICOL, Dirk. **Mobile Strategy: How Your Company Can Win by Embracing Mobile Technologies**. IBM Press. 2013. 273p.

OLIVEIRA, Cêurio. **Curso de Cartografia Moderna**. 2. ed. FIBGE. Rio de Janeiro. 1993.

OTSUKA, Gilberto Sadao; ZANELATO, Ana Paula Ambrósio. **O sistema Android no universo dos dispositivos móveis**. ETIC - ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. v. 8, n. 8, 2012. Disponível em:
<<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/revista/index.php/ETIC/article/view/3759/3520>>. Acesso em: 06.11.2016.

PASSOS, Thiago de Souza. **Android, arquitetura e desenvolvimento**. 2009. 61 f. (Monografia) Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Poços de Caldas, MG: 2009. Disponível em: <<https://android-development.googlecode.com/files/Thiago%20Souza%20-%20Android,%20Arquitetura%20e%20Desenvolvimento.pdf>>. Acesso em: 15.11.2016.

PEREIRA, Lucio Camilo Oliva; SILVA, Michel Lourenço. **Android para desenvolvedores**. Rio de Janeiro: Brasport, 2009. Disponível em:<<https://books.google.com.br/books?id=8u9wJowXfdUC&printsec=frontcover&dq=android&hl=pt-BR&sa=X&ved=0CC4Q6AEwAGoVChMlu63lxPOHxwIVxyCQCh31OgG9#v=onepage&q=android&f=false>>; Acesso 15.11.2016.

PIRES, A.B. **A ANTP e os últimos 30 anos de Problemas Urbanos**. São Paulo: Revista dos Transportes Públicos, n. 117, p. 05 – 07, 2008.

RABELLO, Ramon Ribeiro. **Android: um novo paradigma de desenvolvimento móvel**. Web Mobile. n. 18, 2009. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/artigo-webmobile-18-android-um-novo-paradigma-de-desenvolvimento-movel/9350>>. Acesso em: 17.11.2016.

ROCHA, Cezar Henrique Barra. **Geoprocessamento, tecnologia transdisciplinar**. 2. ed. Minas Gerais, Edição do Autor, 2002.

ROSA, Roberto. **Cartografia básica**. Universidade Federal de Uberlândia Instituto de Geografia Laboratório de Geoprocessamento. 2004. Disponível em: <http://www.uern.br/professor/arquivo_baixar.asp?arq_id=4165>. Acesso em: 12 maio 2015.

ROWLES, Daniel. **Mobile Marketing: How Mobile Technology is Revolutionising Marketing, Communications and Advertising**. Kogan Page. 2014. 281p.

SCARPATO, Christine Vieira et al. **Curso de Tecnologia em Segurança no Trânsito**. Criciúma: UNESC, 2013.

SILVA, Reginaldo Macedônio da. **Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações**. 1. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2007.

SOMERA, Guilherme. **Treinamento Profissional em Java: Aprenda a programar nesta poderosa linguagem**. São Paulo: Digerati Books, 2006.

TAVARES, Leonardo Daniel. **Um Simulador de Tráfego Urbano Baseado em 81 Autômatos Celulares**. 2010. 90 f. Dissertação (Pós graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TELECO. **Estáticas de Celulares por Código de Área (DDD). 2013**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/ncelddd.asp>>. Acesso em: 06.11.2016.

VESENTINI, José William; VLACH, Vânia. **Geográfica Crítica: o espaço natural e a ação humana**. 7. ed. São Paulo: Atica, 1996.

APÊNDICE(S)

APÊNDICE A – ARTIGO CIENTÍFICO

Implementação de um protótipo de aplicativo móvel com a integração com a ferramenta Google Maps e o componente GPS dos smartphones voltado ao auxílio no transporte público da cidade de Criciúma

Gilmar Margoti de Medeiros Junior¹, Luciano Antunes²

¹Academico do Curso de Ciência da Computação – Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias (UnaCet) – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) – Av. Universitária, 1105 – Bairro Universitário – Criciúma – SC – Brasil

²Professor do Curso de Ciência da Computação – Universidade Acadêmica de Ciências, Engenharia e Tecnologias (UnaCet) – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) – Av. Universitária, 1105 – Bairro Universitário – Criciúma – SC – Brasil

gilmar.mmj@hotmail.com, luc@unesc.net

***Abstract.** Devices and mobile applications, has been popularizing each day and gaining new fans. In addition, there is a gradual increase of vehicles in public roads, causing congestion and even traffic accidents, due to this, the means of urban transport are being seen in other ways. In light of this, a mobile application prototype was developed for the Android platform, which consists of integrating internal features of the smartphone, such as GPS, that will provide real-time location of a specific point on the map through integration with the Google tool Maps API, to assist in the public transportation of Criciúma.*

***Resumo.** Dispositivos e aplicativos móveis, vem popularizando-se a cada dia e ganhando novos adeptos. Além disto, há um crescimento gradativo de veículos em vias públicas, ocasionando congestionamentos e até mesmo acidentes de trânsito, devido a isto, os meios de transportes urbanos estão sendo vistos de outras formas. Diante disto, foi desenvolvido um protótipo de aplicativo móvel, para a plataforma Android, que consiste integrar recursos internos do smartphone, como o GPS, que disponibilizará a localização em tempo real de um ponto específico no mapa, por meio da integração com a ferramenta Google Maps API, para auxiliar no transporte público de Criciúma.*

1. Introdução

Devido ao crescimento urbano, provocado pelo aumento da densidade demográfica, a urbanização das cidades é um ponto essencial para as mudanças nas relações comportamentais e sociais que ocorrem na sociedade. A partir destas mudanças estruturais na sociedade, os deslocamentos de bens e pessoas se tornou rotineiros, como: casa – trabalho ou trabalho – casa. Estes deslocamentos podem ser feitos de várias formas.

A cidade de Criciúma não possui trem ou metrô, o que torna o transporte por ônibus o único transporte público com expressividade na cidade.

O sistema integrado de transporte público de Criciúma possui três terminais de integração: Próspera, Centro e Pinheirinho, sendo esses que recebem as linhas alimentadas pelos bairros da redondeza, em seguida recebem estes passageiros destas linhas alimentadoras e redistribui para outras linhas, ou para a linha expressa ou troncal, que interliga estes três terminais, sendo que a linha expressa e troncal atuam exatamente na grande Avenida Centenário. As linhas expressas não param nas paradas disponíveis a fim de reduzir o tempo de viagem entre os terminais. Já a linha troncal atua diretamente no embarque e desembarque dos passageiros entre as 32 paradas que existem entre os terminais (CRICIÚMA, 2013).

Em paralelo, vale ressaltar os avanços na telefonia móvel, tanto nos smartphones como na infraestrutura. Os smartphones estão se tornando cada vez mais populares para geração de informação para fins pessoais. Estes equipamentos trazem bons processadores, capacidade de armazenamento cada vez maior, acesso à internet e Global Positioning System (GPS) embutido. Também facilitam o compartilhamento de informações dinâmicas, em tempo real, relacionado aos mais diversos aspectos do cotidiano, inclusive em situações que envolvam o trânsito.

Um dos objetivos de estudo deste trabalho, aborda o Google Maps API, que é um serviço gratuito de visualização de mapas e rotas fornecida pela Google, mantido desde 8 de fevereiro de 2005. Possuindo grandes documentações que os auxiliam no desenvolvimento do mesmo. Por ser uma ferramenta de acesso livre e facilidade de uso, ela terá a finalidade de traçar as rotas de linhas de ônibus de Criciúma, também será usado o GPS, que é um sistema de posicionamento global, ou seja, ele nos fornece aproximadamente um ponto específico em relação ao planeta, foi criado em 1973 para facilitar os sistemas de navegação, e será usado extremamente para a localização aproximada do ônibus.

No contexto atual, com a procura pelo transporte público na cidade de Criciúma, identificou-se alguns problemas enfrentados por diversas pessoas, como, os horários de partidas dos ônibus fixados nos terminais, além disso, a ASTC fornece em sua página na web a possibilidade de consulta desses horários, mas não existe uma Application Programming Interface (API) específica pra que consultas sejam feitas, e embora as informações contenham os itinerários, não existe uma representação visual em mapa dos mesmos, tornando difícil entender a rota de um ônibus pra quem não conhece muito bem a cidade. O presente trabalho pretende abordar o estudo da integração destas tecnologias, para assim, fazer a implementação de um protótipo para a plataforma Android, que busca fornecer as informações de horários de linhas, mas também as rotas disponibilizadas visualmente em mapas, podendo identificar a localização aproximada do veículo em tempo real.

2. Mobilidade Urbana

A mobilidade urbana é essencial para o crescimento de uma cidade, a visão da cidade como um organismo vivo remete a necessidade de suprir os desejos dos usuários, e um dos pontos primordiais para este desenvolvimento é a possibilidade de locomoção (BRASIL, 2006).

Os meios de transporte vêm evoluindo da mesma forma que o homem, ele é um reflexo das nossas necessidades. Devido a estas necessidades, criou-se os mais variados meios de locomoção, dentre eles, o transporte coletivo urbano, que são de grande importância para o crescimento de um município e também para o cotidiano das pessoas, com ele, a grande parte

da população se desloca de um lugar para o outro. Este tipo de transporte surge como uma grande finalidade para facilitar o deslocamento das pessoas em torno de sua região.

3. Dispositivos Móveis

Dispositivos móveis basicamente são aparelhos que tem um tamanho reduzido para a disponibilidade de transporta-los para qualquer lugar, capacidade de processamento e ainda permite a troca de informações via rede, além disso, apresentam baterias de longa duração, para que não seja necessário estar sempre conectado à rede elétrica (FIGUEIREDO; NAKAMURA, 2003).

Segundo Lecheta (2015) o mercado de dispositivos móveis, em especial os celulares, está em grande crescente incluindo inclusive a questão da mobilidade, pois estes tem como objetivo permitir o acesso a dados, internet, e-mail, mensagens e outras aplicações, facilitando a troca de informações sem precisar estar em uma estação fixa, como um computador.

4. Mapeamento Geográfico

De acordo com Friedmann (2008), durante séculos e milênios, as únicas fontes de informações sobre direções, eram as estrelas e o sol, de acordo com os seus movimentos, mas esta forma de determinar uma posição é muito vaga e impreciso, devido a visibilidade destes astros. A criação dos mapas proporcionou a localização de lugares com os quais temos poucas ou nenhuma convivência. Estes mapas permitem a localização adequada e o planejamento de rotas. A elaboração e representação de mapas, da superfície terrestre é chamada de cartografia.

Cartografia engloba um conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado em análises de várias áreas de uma superfície terrestre, a fim de transformá-la em um plano de melhor compreensão, visando a elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, em menor escala, porém que nunca será exatamente fiel a realidade (JOLY, 2008).

4.1. Sistema de posicionamento global

O primeiro sistema de satélites colocado para à disposição do meio civil foi o sistema de satélites TRANSIT, disponível desde 1967, ele permite determinar pontos com precisão da ordem do decímetro. Ele é utilizado, principalmente, para a navegação (ROCHA, 2002).

Segundo Rocha (2002) o GPS foi projetado e desenvolvido pelo Departamento de Defesa Americano, suas intenções iniciais eram para a navegação com propósito militar, somente com a descoberta do potencial do sistema, é que ele passou a ser também utilizado pela comunidade civil. Consiste em 24 satélites em 6 órbitas, sendo que 3 são reservas. Cada plano orbital possui 4 satélites e inclinação de 55° em relação ao plano do Equador. Todos os satélites estão cerca de 20.200km acima da Terra e seu período orbital em torno da Terra é de 11 horas e 58 minutos.

Segundo Silva (2007) o GPS é dividido em três grandes segmentos, o Segmento Espacial é uma constelação de satélites em seus planos de órbitas, o Segmento de Controle Terrestre é constituído por um grupo de cinco estações terrestres que registram os sinais do GPS e o Segmento do Usuário compreende o conjunto de usuários civis e militares do sistema GPS.

5. Google Maps API

API é um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um software para a utilização das suas funcionalidades por programas aplicativos que não querem se envolver em detalhes da implementação do software, mas apenas usar seus serviços. De modo geral a API é composta por uma série de funções acessíveis somente por programação, e que permite utilizar características menos evidentes do software para o usuário tradicional. (SOMERA, 2006).

API de geolocalização nada mais é que uma especificação que fornece acesso através de scripts ou blocos de códigos à informação de localização geográfica associada à um dispositivo.

Com API de geolocalização, é capaz de dizer a sua localização no mundo através das coordenadas de latitude e longitude, com uma medida de precisão (HUDSON; LEADBETTER, 2012, tradução nossa).

Segundo Google (2008), “O Google Maps é um serviço do Google que oferece uma poderosa tecnologia de mapas amigável e informações sobre empresas locais, incluindo o endereço das empresas, informações de contato e direções de tráfego”.

A API do Google Maps V2 possibilita que desenvolvedores possa adicionar os dados do Google Maps em suas aplicações, além disso o desenvolvedor pode customizar e personalizar essa API. Esse novo framework de mapas foi criado utilizando vetores para suportar as visualizações 2D e 3D, o que também possibilita um ganho significativo no desempenho, tornando todas as interações e animações muito mais fluidas (LECHETA, 2015).

De acordo com Faria (2006), um passo importante na disponibilização em escala global de informações geográficas gratuitas foi dado pela Google quando lançou o Google Maps, devido ao fato da Google ter criado uma forma dos utilizadores das informações geográficas poderem incluir os mapas disponibilizados pela Google em seus próprios projetos, sem a necessidade de nenhum componente extra.

6. Implementação de um protótipo de aplicativo móvel com a integração com a ferramenta Google Maps e o componente GPS dos smartphones voltado ao auxílio no transporte público da cidade de Criciúma

Para a criação do protótipo de aplicação móvel com ênfase em mobilidade e transporte público, utilizou-se da plataforma Android do Google juntamente com o banco de dados SQLite, como também de algumas APIs específicas como o Google Maps API, integrando-o com o GPS do dispositivo móvel.

O protótipo oferece um meio aos usuários de obter as informações relevantes ao funcionamento do transporte público na cidade de Criciúma, facilitando aos mesmos a obtenção de informação, tendo em vista o uso destas tecnologias para um bom resultado.

6.1. Metodologia

O início deste projeto de pesquisa foi constituído pelo levantamento bibliográfico com o intuito de obter referências bibliográficas e conteúdo teórico de qualidade, a partir de artigos, livros, pesquisas na internet, publicações, revistas e dados coletados na ASTC, em Criciúma.

Com o conhecimento necessários dos requisitos ao transporte público, foi-se possível definir o funcionamento do aplicativo móvel e suas principais funções, a fim de atender os objetivos estabelecidos neste trabalho.

Para definir as ferramentas e os recursos necessários, foram pesquisados durante o levantamento bibliográfico, quais delas satisfaziam a necessidade do desenvolvedor para com o desenvolvimento da aplicação e também quais eram disponibilizadas de forma gratuita.

A modelagem do banco de dados foi feita no MySQL Workbench , na versão 8.0.13, que facilita a criação do mesmo durante este processo, por ser uma ferramenta de fácil usabilidade, mesmo sendo uma ferramenta avançada de modelagem de dados e outras características.

Para o desenvolvimento da aplicação móvel, foi definido a ferramenta de desenvolvimento na linguagem de programação java para Android, chamado de Android Studio , na versão 3.1.1, versão da plataforma Android na API level 27 que é referente ao Android 8.1 (Oreo) e na versão 26.1.1 do SDK. Esta escolha foi feita devido a ser o ambiente de desenvolvimento oficial do Android, e possuir todos os seus recursos para a implementação do aplicativo, sendo todos eles nativos, desde recursos simples como avançados.

Para armazenar os dados foi utilizado o SQLite que vem junto com a plataforma Android, ele implementa um banco de dados SQL por meio das classes SQLiteOpenHelper e SQLiteDatabase.

Todos os testes do aplicativo foram feitos no modelo de smartphone Android Samsung J5 Pro, o aparelho roda a versão 8.1.0, Oreo e possui resolução de 5.2” com GPS integrado.

6.2. Modelagem

A etapa da modelagem do banco de dados constitui-se em analisar as informações que foram levantadas nos requisitos de funcionamento do protótipo, e assim poder criar um modelo lógico em representação gráfica, por meio de entidades e relacionamentos. Esta representação é um requisito relevante para a criação de uma ferramenta, devido a apresentação de características de funcionamento e comportamento do software, facilitando o entendimento do projeto e diminuindo os erros no projeto, desenvolvimento e funcionamento do mesmo. A figura 1 exibe o modelo lógico da aplicação móvel.

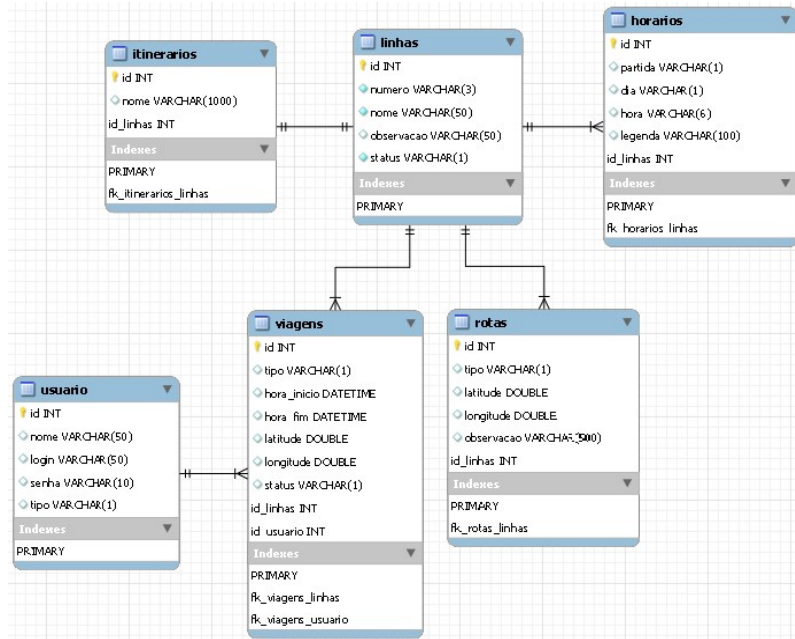


Figura 1. Modelo lógico da aplicação

6.3. Desenvolvimento do protótipo

De acordo com o fluxo de informações estabelecidos nos requisitos de funcionamento da aplicação, chegou-se ao diagrama de atividade mostrado na figura 2.

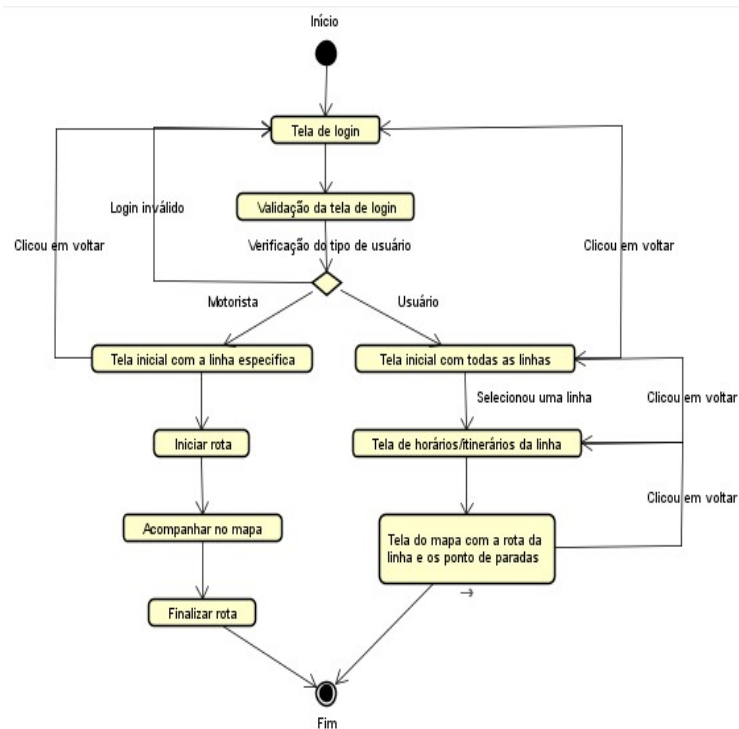


Figura 2. Diagrama de atividade do aplicativo CriBus

De acordo com o processo linear do diagrama acima, o protótipo inicializa com a tela de login, tendo acesso somente para usuários cadastrados. Ele é dividido em duas partes, onde a primeira é a parte do motorista e a segunda é a do usuário.

Após a autenticação do motorista, conforme figura 3, abrirá uma tela com a próxima rota do motorista para ele iniciar. Ao iniciar uma rota ele poderá finalizá-la. Também tem a possibilidade de ver em tempo real, onde o motorista está, por meio do GPS do smartphone junto com a integração do google maps.

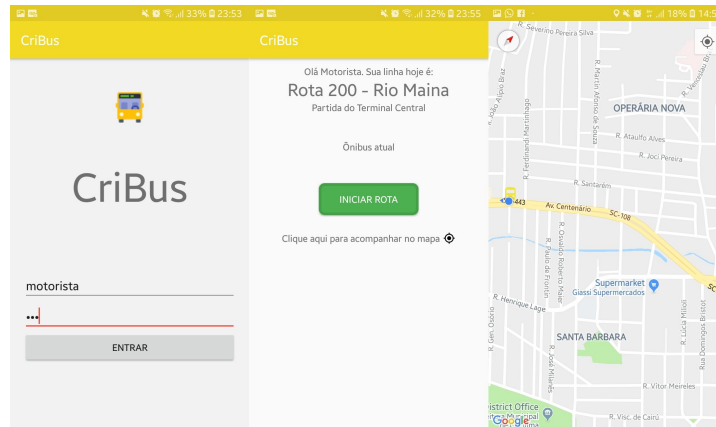


Figura 3. Principais telas do processo do motorista

Conforme a figura 4, após o seu login, será redirecionado para a tela de linhas, onde possuirá todas as linhas cadastradas no protótipo. Mediante estas linhas, ao selecioná-la, pode-se obter os dados de horários da mesma, referente aos dias da semana e de acordo com a partida do terminal ou do bairro. Mesmo com estes dados de horários, ainda possui-se a localização de todos os pontos de parada daquela determinada linha selecionada, junto com uma linha de rota, que mostra onde o ônibus irá passar. Os pontos de paradas marcado no mapa possui um título e uma observação, para o melhor entendimento da rota.

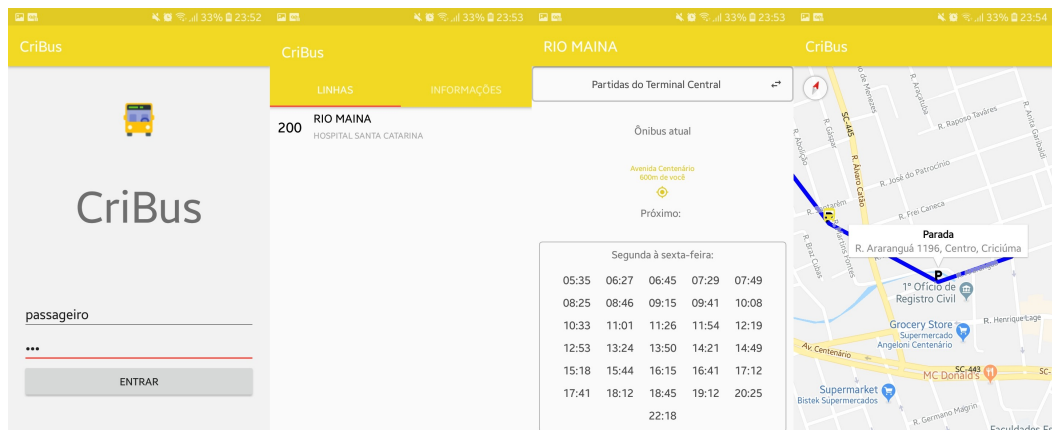


Figura 4. Principais telas do processo do usuário

7. Resultados obtidos

A partir do levantamento dos requisitos realizado neste trabalho, foi possível conhecer a ligação entre os principais conceitos sobre a mobilidade urbana e o transportes público, onde a necessidade de locomoção seja mais rápida, segura e confortável. Também foi necessário conhecer um pouco mais sobre dispositivos móveis, que está se popularizando a cada dia, devido aos recursos avançados existentes nele. Por fim, foi feito pesquisas relacionado a geolocalização, desde o surgimentos dos mapas até a criação do dispositivo GPS.

O estudo realizado possibilitou o desenvolvimento de um protótipo móvel na plataforma Android que houvesse uma integração do recurso de localização, GPS, junto com os recursos do Google Maps, onde os usuários possam visualizar os dados referente as linhas de ônibus do município de Criciúma, como horários e rotas.

Foram feitos vários testes no decorrer do desenvolvimento do protótipo, visando a integridade dos dados e o funcionamento do mesmo. Para a parte de paradas de ônibus, precisou-se entrar no Google Maps e localizar alguns pontos referente a linha de ônibus cadastradas, após estes dados resgatados, foram comparado com dados disponibilizados pela ASTC, e as mesmas coordenadas das paradas fechavam. A linha referente a rota onde o ônibus irá passar, foi criada de acordo com os pontos de coordenadas das paradas, sendo que não ficou sobre as avenidas, tornando um pouco difícil saber por qual rua o ônibus irá passar. Por fim, foram feitos testes em relação ao GPS, na parte do motorista. Foram feito algumas viagens de carro entre a cidade de Criciúma, com o aplicativo aberto, e resgatou-se algumas imagens acima de pontos específicos na região, com sinalização do marcados.

Para o tema proposto por este trabalho, os resultados obtidos foram satisfatórios em relação aos objetivos apresentados. O objetivo principal que se trata do desenvolvimento de um protótipo de aplicativo Android capaz de identificar um ponto específico no mapa, disponibilizado pela Google Maps API, integrando estas duas ferramentas, foi alcançado com sucesso.

8. Conclusão

Com o grande uso diário de dispositivos móveis por pessoas, as empresas fabricantes deste aparelho obrigaram-se a desenvolver recursos cada vez mais avançados, para suprir as necessidades dos consumidores. Com isto, no trabalho proposto precisou-se ir em busca de alguns tipos destes recursos, onde no objetivo principal desta pesquisa era a integração do GPS, que é um dispositivo interno disponibilizado pelo smartphone, junto com a API do Google Maps.

Com o intuito de alcançar o objetivo principal e os específicos deste trabalho, precisou-se iniciar estudos em livros, revistas, artigos, TCCs, Teses, vídeos, entre outros, em cima da compreensão da plataforma Android, em paralelo com pesquisas relacionado a mobilidade urbana na cidade de Criciúma, voltado para o transporte público de Criciúma. Com isto, foi necessário analisar linhas de ônibus, paradas e rotas onde é o caminho por onde os ônibus irão trafegar, como também, análises feitas em cima de APIS do Google, compreensão do funcionamento da plataforma Android Studio utilizando o banco de dados nativo da mesma, o SQLite.

Durante a realização do projeto algumas dificuldades surgiram. Inicialmente em relação as pesquisas, foram encontrados algumas dificuldades em relação aos pontos de paradas dos ônibus do transporte público de Criciúma, que seria usado após no desenvolvimento, também aconteceu isto com as rotas, onde o ônibus irá transitar entre as ruas e paradas, isto foi sanado, com a ajuda da ASTC que disponibilizou dois arquivos do tipo KMZ, que possuía todos os dados dos ônibus em relação as rotas e paradas. Estes arquivos foram abertos no Google Earth. Um arquivo possuía as paradas e o outro as rotas da cidade de Criciúma.

Em se tratando de codificação do aplicativo, teve-se dificuldade na implementação da posição exata no Google Maps por meio do GPS, foi feito esta parte por último no projeto, pensando-se em conhecimento agregados até o início do mesmo, o que tornou um pouco mais

rápido, mas mesmo assim complicado, pois os comandos para essa utilização são mais avançados, de difícil entendimento, com várias propriedades e parâmetros no mesmo código do mesmo método.

O resultado do projeto proporcionou o desenvolvimento de um aplicativo móvel com o intuito de utilizar da ferramenta GPS, interna ao smartphone, junto com a API do Google Maps, para proporcionar dados exatos sobre linhas, rotas, paradas e até localização exata.

A partir desta pesquisa outros trabalhos podem ser realizados como projetos futuros, como por exemplo a implementação de Websokets ou Webservices e o desenvolvimento do aplicativo para outras plataformas.

References

- BRASIL. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasil acessível: programa brasileiro de acessibilidade urbana. Brasília,DF,2006.167 p.
- CRICIUMA. Autarquia de Segurança, Trânsito e Transporte de Criciúma. Transporte Coletivo. Criciúma, SC, 2013.
- FARIA, N. A. S. Suporte à edição cooperativa de Informação Geográfica em Ambiente WEB. 2006. 99 p. Dissertação de Mestrado em Informática, Universidade do Minho Braga, Portugal. 2006.
- FIGUEIREDO, Carlos Maurício Seródio; NAKAMURA, Eduardo. Computação Móvel: Novas Oportunidades e Novos Desafios. T&C Amazônia, Manaus, n. 2, p.16-28, 01 jun. 2003. Semestral. Disponível em: <https://portal.fucapi.br/tec/imagens/revistas/ed02_completo.pdf> Acesso em: 02.09.2016.
- FRIEDMANN, Raul M. P., Fundamentos de Orientação, Cartografia e Navegação Terrestre. 2. ed. Curitiba: UTFPR, 2008.
- GOOGLE. Android: History. 2014. Tradução nossa. Disponível em: <<http://www.android.com/history/>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- HUDSON, Chuck; LEADBETTER, Tom. HTML5 Developer's Cookbook: Developer's Library. New Jersey, USA: Pearson Education, Inc., 2012.
- JOLY, Fernand. A cartografia. 11. ed. Campinas, SP: Papirus, 2008.
- LECHETA, Ricardo R. Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK. 4ª.ed., São Paulo: Novatec Editora, 2015. 1016 p.
- ROCHA, Cezar Henrique Barra. Geoprocessamento, tecnologia transdisciplinar. 2. ed. Minas Gerais, Edição do Autor, 2002.
- SILVA, Reginaldo Macedônio da. Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações. 1. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2007.
- SOMERA, Guilherme. Treinamento Profissional em Java: Aprenda a programar nesta poderosa linguagem. São Paulo: Digerati Books, 2006.