

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**MURILO HOBOLD DAL MAGRO**

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

**CRICIÚMA**

**2015**

**MURILO HOBOLD DAL MAGRO**

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

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. MSc. Gustavo Bisognin.

**CRICIÚMA**

**2015**

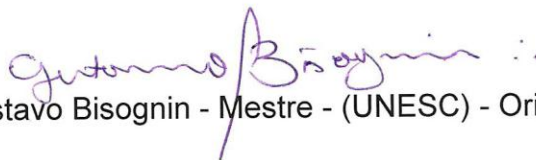
**MURILO HOBOLD DAL MAGRO**

**SOLUÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO APLICADO A IDENTIFICAÇÃO DE  
TRANSPORTE PÚBLICO ATRAVÉS DE DISPOSITIVO MÓVEL**

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 Engenharia de Software.

Criciúma, 25 de novembro de 2015.

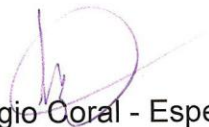
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Gustavo Bisognin - Mestre - (UNESC) - Orientador



Prof. Fabrício Giordani - Especialista - (UNESC)



Prof. Sérgio Coral - Especialista - (UNESC)

**Dedico este trabalho a minha família, por investir em mim e acreditar em minha capacidade.**

## **AGRADECIMENTOS**

Meus agradecimentos vão em primeiro lugar para minha família e também a minha excelentíssima namorada, por compreender minha ausência durante este período.

Agradeço também ao meu orientador Gustavo Bisognin pelo apoio ao longo do desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso.

Um agradecimento também a todos que me auxiliaram e que de alguma forma também ajudaram para que este projeto fosse concluído.

**Nós vivemos em uma sociedade estranhamente dependente da ciência e tecnologia, na qual dificilmente alguém sabe alguma coisa sobre ciência e tecnologia.**

**Carl Sagan**

## RESUMO

Nos dias atuais, é comum e frequente o uso de dispositivos móveis no dia a dia, sendo que estes dispositivos tornaram-se acessíveis a maioria da população. Atualmente o avanço das tecnologias relativas a dispositivos móveis, fez com que os mesmos deixassem de ser apenas um meio de comunicação, para se tornarem também objetos de auxílio em várias tarefas. Esta evolução tem permitido aos desenvolvedores de softwares a criação de novos aplicativos para várias finalidades, isto é possível através da utilização de sistemas operacionais como por exemplo o Android. Partindo do princípio de que aplicativos desenvolvidos para dispositivos móveis auxiliam e facilitam a vida das pessoas, buscou aplicar esta ideia para amenizar um problema real, os congestionamentos de trânsito. Tendo em vista este crescimento dos congestionamentos, o transporte público tem se tornado uma válvula de escape. Baseado-se nesta ideia o presente estudo apresenta o protótipo de um aplicativo que permita que os usuários tenham acesso a localização do ônibus em tempo real. Para isto foi necessário realizar um estudo sobre desenvolvimento de softwares para a plataforma Android, aliada ao geoprocessamento. Além disso também houve necessidade de compreender a utilização de ferramentas como o GPS e GSM. O protótipo objetivou proporcionar mais confiabilidade ao sistema de transporte público, facilitando a sua utilização, dando maior segurança ao usuário.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Dispositivo Móvel. Transporte Público. GPS. Google Android.

## ABSTRACT

Nowadays, it is common and frequent use of mobile devices in everyday life, and these devices become affordable to most people. Currently the advancement of technology related to mobile devices, meant that they were no longer just a means of communication, to also become objects of assistance in various tasks. This evolution has allowed software developers to create new applications for various purposes, this is possible through the use of operating systems such as Android. Starting from the principle that developed mobile applications help and facilitate people's lives, sought to apply this idea to soften a real problem, traffic congestion. To this growing congestion, public transport has become an outlet. Based upon this idea this study presents the prototype of an application that allows users to access real-time location of buses. For this it was necessary to conduct a study on software development for the Android platform, coupled with geoprocessing. In addition there was also need to understand the use of tools such as GPS and GSM. The prototype aimed to provide more reliability to the public transportation system, facilitating its use, giving greater security to the user.

**Palavras-chave:** Geoprocessing. Mobile device. Public transport. GPS. Google Android.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Como funciona um GPS .....	37
Figura 2 - Número de aplicativos em cada plataforma. ....	41
Figura 3 - Exemplo de Imagem de um SIG. Distribuição de casos de mortalidade externa em Porto Alegre em 1996 e estimador de intensidade.....	44
Figura 4 - Rastreador Veicular TLT-2HU.....	50
Figura 5 - Validação da Chave da API. ....	51
Figura 6 - Arquitetura da aplicação. ....	52
Figura 7 - Diagrama de caso de uso. ....	53
Figura 6 - <i>Layout</i> do aplicativo com legenda explicando os botões e informações. ...	54
Figura 7 - <i>Layout</i> de configuração de variáveis parametrizadas do aplicativo. ....	55
Figura 8 - Posição do usuário no mapa.....	56
Figura 9 - Codificação para enviar SMS ao Rastreador Veicular .....	57
Figura 10 - Mensagem SMS enviada pelo rastreador veicular.....	57
Figura 11 - Posição do ônibus no mapa.....	58
Figura 12 - Função para obter o tempo de estimada do ônibus até o usuário. ....	59
Figura 13 - Valores de distância e tempo estimado mostrado ao usuário.....	59
Figura 14 - Teste da aplicação: linha de ônibus Terminal Central X Terminal Prospera.....	60
Figura 15 - Teste da aplicação: linha de ônibus Terminal Central X Terminal Pinheirinho. ....	60
Figura 16 - Teste da aplicação: linha de ônibus Terminal Pinheiro X Bairro São Defende.....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos que caracterizam a qualidade de cada parâmetro e suas medidas.....	30
Tabela 2 - Categorias dos Sistemas Avançados de Transporte Público - APTS .....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Application Programming Interface
APTS	Advanced Public Transportations Systems
CMTC	Companhia Municipal de Transporte Coletivo
FMX	FireMonkey
GB	Giga Byte
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ITS	Intelligent Transportations Systems
JDK	Java Development Kit
KM	Quilômetros
MB	Mega Byte
MIN	Minutos
NAVSTAR	Navigation satellite with Timing and Ranging
NDK	Native Development Kit
NTU	Associação Nacional de Transportes Urbanos
PIB	Produto Interno Bruto
RAM	Random Access Memory
SDK	Software Development Kit
SIM	Subscribe Identity Module
SMS	Short Message Service
SO	Sistemas Operacional
TCC	Trabalho De Conclusão De Curso
USB	Universal Serial Bus
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.3 JUSTIFICATIVA .....	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
<b>2 TRÂNSITO</b> .....	<b>18</b>
<b>3 TRANSPORTE COLETIVO</b> .....	<b>21</b>
3.1 HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS .....	23
3.2 ESTUDO DO SISTEMA DO TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS .....	25
3.3 TECNOLOGIAS APLICADAS EM TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS ...	31
<b>4 DISPOSITIVO MÓVEL</b> .....	<b>34</b>
4.1 TECNOLOGIA <i>GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS</i> (GSM) ..	35
4.1.1 <i>SHORT MESSAGE SERVICE</i> (SMS) .....	35
4.1.2 <i>SUBSCRIBE IDENTITY MODULE</i> (SIM) .....	36
4.2 TECNOLOGIA <i>GLOBAL POSITIONING SYSTEM</i> (GPS) .....	36
4.3 ANDROID .....	38
<b>5 GEOPROCESSAMENTO</b> .....	<b>42</b>
<b>6 TRABALHOS CORRELATOS</b> .....	<b>46</b>
6.1 EMPREGANDO TECNOLOGIA JAVA, ANDROID E GEOPROCESSAMENTO EM APLICATIVOS MÓVEIS .....	46
6.2 UM APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS VOLTADO PARA USUÁRIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO .....	46
6.3 ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE MAPAS EM ANDROID PARA ITINERÁRIOS DE ÔNIBUS .....	47
6.4 DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS MÓVEIS COM O USO DA .....	48
TECNOLOGIA ANDROID E GEOPROCESSAMENTO .....	48
<b>7 PROTOTIPO DE APLICAÇÃO ANDROID PARA LOCALIZAÇÃO DE ÔNIBUS</b> ..	<b>49</b>
7.1 METODOLOGIA .....	49
7.1.1 FERRAMENTAS UTILIZADAS NO PROJETO .....	50
7.1.2 DESENVOLVIMENTO .....	52
7.2 TESTES E RESULTADOS .....	59
<b>8 CONCLUSÃO</b> .....	<b>62</b>

REFERÊNCIAS.....	64
------------------	----

## 1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia as grandes cidades brasileiras convivem com aumento contínuo da frota de veículos que circulam pelas ruas diariamente, como podemos constatar nos números trazidos pelo Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças), em 2013 o crescimento foi de 5,7% a mais que no ano anterior, isto significa que no Brasil no ano de 2013 havia mais de 40 milhões de veículos em circulação (VILHOLES, 2014).

Este aumento gradativo de veículos acaba por ocasionar alguns problemas tais como, poluição das cidades, estresse das pessoas e principalmente os engarrafamentos de veículos. Contudo devido aos grandes congestionamentos, muitas pessoas optam pelo uso do transporte público coletivo, inclusive, do ponto de vista de Cintra (2013) o uso do mesmo é a principal válvula de escape para os congestionamentos.

O transporte coletivo por ônibus além de contribuir para a diminuição dos congestionamentos acaba por desenvolver um papel socioeconômico dentro da sociedade, uma vez que movimenta o comércio, a indústrias, dentre outros setores em geral.

No entanto apesar da importância e da contribuição que o transporte coletivo por ônibus traz a sociedade é possível ressaltar que principalmente do ponto de vista dos usuários, esse meio de transporte causa certa dúvida, no que diz respeito ao horário e a certeza de que realmente se chegará ao destino desejado, isto é, com relação à confiabilidade do sistema de transporte público.

Visto a falta de confiabilidade no que diz respeito a horários e localização do ônibus e como atualmente a tecnologia cada vez mais faz parte do dia a dia das pessoas, é possível utilizar-se da mesma para facilitar o uso do transporte público. A evolução da tecnologia permitiu também a evolução e o crescimento do uso de dispositivos móveis mais modernos e que permitem o desenvolvimento de aplicativos próprios, através de sistemas operacionais, como o Android.

Utilizando-se da tecnologia do geoprocessamento, aliada ao sistema operacional Android com *Global Positioning System* (GPS) integrado, o presente trabalho tem por objetivo demonstrar a localização exata do transporte público coletivo por ônibus, para isto o desenvolvimento da aplicação se deu através da plataforma Delphi RAD Studio XE 8, utilizando-se a API do Google Maps e

comunicação *Global System for Mobile Communications* (GSM) com um rastreador veicular acoplado ao ônibus.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Geolocalizar o ônibus desejado através de um aplicativo para dispositivo móvel que possua GPS integrado.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem alguns objetivos específicos, são eles:

- a) compreender a história, evolução e funcionamento do meio de transporte público coletivo por ônibus;
- b) compreender a plataforma Delphi RAD Studio XE 8 e Android, a tecnologia GSM, a utilização de geoprocessamento, ambas em dispositivo móvel;
- c) compreender o uso e o funcionamento de um rastreador veicular;
- d) desenvolver um aplicativo *mobile* que se comunique a outro dispositivo permitindo obter sua coordenada geográfica através de GPS integrado.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Devido à maioria da população já possuir veículo próprio, sabemos que o transporte coletivo será a principal válvula de escape para os grandes congestionamentos. Segundo a Revista Veja (2014), os congestionamentos atrapalham muito o crescimento do país, e que resolver ou amenizar esse problema é um incentivo ao desenvolvimento econômico e social ao país, mas é preciso observar que se faz necessária as melhorias do sistema de transporte público coletivo, sendo assim é possível aliar a tecnologia ao transporte publico coletivo para que possamos cada vez mais melhorar o sistema.

Hoje em dia a tecnologia está ao alcance da grande maioria da população, é possível obtermos acesso a tecnologia a qualquer momento na palma da mão através de um smartphone ou tablet. Gil (2014) destaca que no mundo mais

de sete bilhões de smartphones, celulares, laptops e tablets estão conectados a internet.

De acordo com pesquisa realizada por Silveira (2014), os brasileiros que usam a internet pelo celular, cresceram 106% em dois anos, números esses que representam cerca de 52,5 milhões de pessoas no Brasil, ou seja, aproximadamente 31% da população do país.

Sendo assim este trabalho ira criar uma ferramenta que ira usar a tecnologia em benefício ao usuário do transporte público coletivo que tem por objetivo apresentar um protótipo de aplicativo de geoprocessamento para dispositivo móvel que use o Sistema Operacional (SO) Android e tenha GPS integrado.

Câmara e Davis (2001 apud Medeiros, 2012, p5) define geoprocessamento como um ramo que engloba informações espaciais que tratam, analisam e utilizam dados geográficos, ele destaca a seguinte frase “Se **onde** é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho”. Atualmente o geoprocessamento vem crescendo diante das grandes inovações proporcionadas pelos serviços do Google Maps e Google Earth.

De uma maneira mais simples o geoprocessamento utiliza-se de informações cartográficas (mapas) para obter informações geográficas de determinado local, objeto ou pessoa.

Ao longo deste estudo com base no geoprocessamento aliado a um sistema de GPS será possível obtermos a localização exata do ônibus, através de uma ferramenta computacional. Desta forma, pretende-se otimizar a rotina da população que depende de transporte público coletivo.

#### **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem sua estrutura dividida em oito capítulos, sendo que o primeiro faz referência a introdução do tema desenvolvido, os objetivos do projeto e a justificativa para o qual o projeto foi desenvolvido.

O segundo capítulo aborda o tema trânsito, traz algumas definições e conceitos sobre o mesmo baseado em referências bibliográficas, além disso é destacado neste capítulo, o uso do trânsito pelos veículos e pedestres, dando ênfase ao crescimento dos congestionamentos nas cidades.

O terceiro capítulo aborda o tema transporte coletivo, trazendo um pouco da sua história e evolução com o passar dos anos. Basicamente é descrito o sistema do transporte coletivo por ônibus implementado no Brasil, suas características e competências. E por fim neste capítulo são algumas tecnologias utilizadas no transporte público.

O quarto capítulo aborda o tema dispositivo móvel, traz sua definição, características e tecnologias aliadas ao mesmo, dando ênfase a modernização dos dispositivos e junto com ela a facilidade de acesso a maioria da população. Também foi abordado assuntos referentes ao SO de um dispositivo móvel, neste caso o Android.

O quinto capítulo aborda o tema geoprocessamento, trazendo sua definição e características, além disso é descrito de que forma o mesmo pode ser utilizado em softwares.

O sexto capítulo aborda o tema trabalho correlatos, trazendo alguns trabalhos e projetos semelhantes ao presente estudo.

O sétimo capítulo nos traz o desenvolvimento do trabalho, mostrando como o aplicativo foi criado, quais ferramentas utilizadas, diagramas, testes e resultados obtidos.

O ultimo capítulo, por fim nos traz a conclusão do presente estudo.

## 2 TRÂNSITO

Tolentino (2006) afirma que trânsito é um conjunto de deslocamentos de pessoas por calçadas e vias que circulam diariamente, sejam pedestres ou condutores de veículos. O Trânsito ocorre em locais públicos e atende as necessidades de lazer, trabalho, saúde e outros.

Sendo assim o transito é movido pelas vontades, necessidades e direitos dos indivíduos, isto é, o transito é nada mais nada menos que o direito de ir e vir, princípio da mobilidade, é o que destaca Bruns et al (2006).

Do ponto de vista de Vasconcellos (2005), para que possa haver o transito e as pessoas se deslocarem, é preciso haver uma infra-estrutura, cuja a mesma é formada por calçadas, pistas e por terminais de transporte público, segundo o mesmo toda esta infra-estrutura é orientada e regulamentada por sinalizações de trânsito.

Para que se possa haver uma harmonia entre a mobilidade dos indivíduos, a infraestrutura e as sinalizações de trânsito, foi criado em 1997 o Código Brasileiro de Transito entrando em vigor no ano de 1998.

De acordo com os Art 1º e Art 5º do Código Brasileiro de Trânsito, o mesmo se auto define como (BRASIL, 1997):

Art. 1º O trânsito de qualquer natureza nas vias terrestres do território nacional, abertas à circulação, rege-se por este Código.

§ 1º Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga.

Art. 5º O Sistema Nacional de Trânsito é o conjunto de órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que tem por finalidade o exercício das atividades de planejamento, administração, normatização, pesquisa, registro e licenciamento de veículos, formação, habilitação e reciclagem de condutores, educação, engenharia, operação do sistema viário, policiamento, fiscalização, julgamento de infrações e de recursos e aplicação de penalidades.

Segundo o Código Brasileiro de Trânsito, o sistema nacional de trânsito ainda possui alguns objetivos, são eles (BRASIL, 1997):

Art. 6º São objetivos básicos do Sistema Nacional de Trânsito:

I - estabelecer diretrizes da Política Nacional de Trânsito, com vistas à segurança, à fluidez, ao conforto, à defesa ambiental e à educação para o trânsito, e fiscalizar seu cumprimento;

II - fixar, mediante normas e procedimentos, a padronização de critérios técnicos, financeiros e administrativos para a execução das atividades de trânsito;

III - estabelecer a sistemática de fluxos permanentes de informações entre os seus diversos órgãos e entidades, a fim de facilitar o processo decisório e a integração do Sistema.

Vasconcellos (2005) diz que, a necessidade de satisfazer os desejos das atividades sociais, políticas e econômicas são o que motiva a circulação das pessoas.

Essa circulação de pessoas e principalmente de veículos vem crescendo cada vez mais, Martins (2012) cita que, entre os anos de 2001 e 2011, a frota de veículos praticamente dobrou nas 12 principais capitais do Brasil, tendo um aumento de 77%, somando assim 20 milhões de veículos nessas 12 capitais brasileiras e mesmo havendo esse crescimento na frota de veículos, a infra-estrutura viária continua praticamente a mesma.

Vinholes (2014) relata que segundo estudo sobre a frota de veículos no Brasil feito pelo Sindipeças (Sindicato que reúne fabricantes de autopeças no Brasil), o número de automóveis ultrapassou 40 milhões de unidades no ano de 2013, este crescimento foi 5,7% maior que no ano de 2012 e quase 9% maior que no ano de 2011. Vinholes (2014) ainda ressalta que de toda essa frota brasileira, 31,5 milhões são automóveis, 6,3 milhões são comerciais leves, 1,7 milhão são caminhões e 386,3 mil são ônibus.

O crescimento da frota de veículos é ocasionado pelo aumento do poder de compra do cidadão brasileiro juntamente com incentivos do governo, afirma Euzébio (2009), ele conta que esta situação causa o aumento do Produto Interno Bruto (PIB), no entanto o mesmo não demonstra os impactos e conseqüências negativas advindas do aumento constante do número de veículos em circulação, isto é, problemas como os grandes congestionamentos, a poluição das cidades e também o estresse das pessoas que circulam diariamente, problemas estes que também ocasionam custos e gastos.

Os engarrafamentos no trânsito hoje tem um custo muito elevado de uma maneira em geral, seja referente ao tempo em que as pessoas perdem no trânsito ou pelos gastos adicionais de combustíveis e emissão de poluentes, é o que diz Cintra (2013).

Vasconcelos et al (2014) afirma que a cidade de São Paulo se destaca entre as cidades do mundo com o maior número de congestionamentos, e da ênfase

com relação aos conflitos gerados em decorrência destes congestionamentos, tais como estresse dos condutores, pequenos acidentes, atropelamentos e mortes.

Alem dos conflitos gerados há também gastos conseqüentemente derivados dos congestionamentos, explica Cintra (2013), com base em uma pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o autor destaca que os gastos com os grandes engarrafamentos vêm crescendo ao longo dos anos, estes gastos já passaram de R\$ 10 bilhões no ano de 2012, valor este que no ano de 2002 era apenas de R\$ 7 bilhões.

Vasconcelos et al (2014) destaca também que para acabar com os engarrafamentos é preciso vários projetos de mobilidade, tais como obras de infraestrutura, investimentos em transportes coletivos, fiscalização e horários alternativos de entrada e saída do trabalho, fugindo assim dos horários de pico.

Rolnik e Klintowitz (2011) defende que o congestionamento é conseqüência da falta de ampliação e modernização tanto dos transportes coletivos quanto do sistema de trânsito.

Do ponto de vista de Cintra (2013), os transportes coletivos são as principais soluções para os engarrafamentos.

### 3 TRANSPORTE COLETIVO

O Transporte pode ser caracterizado de diversas formas, seja ele motorizado ou não, de cargas ou de passageiros, coletivo ou individual, público ou privado.

Há dois tipos de transporte coletivo, o transporte coletivo privado e o transporte coletivo público. De acordo com o Art. 4º, inciso VI e VII da Lei das Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana nº 12.587 de 3 de janeiro de 2012 as definições de transporte público coletivo e transporte privado coletivo são (BRASIL, 2012):

VI - transporte público coletivo: serviço público de transporte de passageiros acessível a toda a população mediante pagamento individualizado, com itinerários e preços fixados pelo poder público;

VII - transporte privado coletivo: serviço de transporte de passageiros não aberto ao público para a realização de viagens com características operacionais exclusivas para cada linha e demanda;

Segundo o site Guia de Direitos (2014a), todo transporte público coletivo que atende a população, é proporcionado através do poder público, para toda e qualquer pessoa independente de classe, cor, gênero e orientação sexual. Este serviço é de responsabilidade e obrigação do Estado, mesmo que sejam utilizados os serviços prestados por empresas privadas.

O transporte público coletivo é um direito de toda a população e não um favor que o Estado presta a mesma, desta forma o serviço de transporte coletivo segue algumas normas no que diz respeito ao acesso de todo e qualquer cidadão, respeitando os mesmos, sendo assim o preço para a utilização de transporte coletivo não pode ser definido com base no interesse das empresas privadas ou estatais, complementa Guia de Direitos (2014a).

O transporte coletivo dentro das cidades é essencial, o mesmo desenvolve um papel socioeconômico de grande importância, pois facilita a locomoção das pessoas, seja aquelas que não podem dirigir, ou aquelas que não possuem carro, sem falar que reduz em grande número os congestionamentos dentro das cidades, diminuindo também a emissão de poluição automotiva, destaca Ferraz (1998 apud Santos, 2005).

Santos (2005) destaca também que o transporte coletivo beneficia todos os segmentos da sociedade, seja o trabalhador, que precisa chegar ao local de

trabalho, seja as empresas ou comércio em geral, que necessitam da mão-de-obra e mercado consumidor, ou seja, a sociedade que usufrui de todos os serviços que uma cidade pode oferecer.

Ferraz e Torres (2004) complementa que a maioria dos cliente e trabalhadores, seja do comércio, das empresas, indústrias, setores de serviços e ainda atividades sociais dependem do transporte público coletivo, sendo assim movimentam as atividades econômicas das cidades, para os autores o transporte público é portanto vital para a economia, a justiça social, a qualidade de vida e eficiência das grandes cidades.

Conforme o Portal Brasil (2011), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), divulgou que 44,3% da população brasileira tem o transporte público como principal meio de locomoção dentro das cidades, números estes que chegam até 50,7% na região sudeste.

De acordo com Araújo (2011) o transporte público coletivo é de supra importância em uma cidade, pois traz a mobilidade para todas as pessoas, e principalmente um transporte necessário para reduzir os congestionamentos, diminuir o nível de poluição, minimizar o uso de energia automotiva e também evitar a construção de vias e estacionamentos extras.

Ferraz e Torres (2004) também destaca alguns pontos positivos do transporte público coletivo: é cômodo, seguro e com menor custo unitário, portanto é acessível à população de baixa renda, é democrático, é uma alternativa de transporte que substitui o automóvel, e reduz problemas como congestionamento, poluição, acidentes e consumo de energia.

Dentre o transporte público coletivo podemos destacar os principais como: Ônibus, Trem e Metrô. O Guia de Direitos nos traz uma breve definição de cada um:

- a) o metrô é uma forma de transportar de muita importância, pois permite um grande número de usuários a serem transportados de forma rápida (GUIA DE DIREITOS, 2014b);
- b) o trem assim como o metrô possui a capacidade de transportar um grande número de pessoas, no entanto se diferem quanto a rapidez (GUIA DE DIREITOS, 2014c);
- c) os ônibus são responsáveis por interligar os bairros e regiões das cidades, portanto transportam menor número de pessoas e geralmente

são de empresas privadas que possuem concessão do Governo Municipal para prestação de serviços (GUIA DE DIREITOS, 2014d).

Quando fala-se em transporte coletivo motorizado, o ônibus é o meio de locomoção mais utilizado, independente da região, afirma Vasconcellos (2000).

Para entender um pouco mais sobre o transporte coletivo por ônibus, faz-se necessário aprendermos sobre a história do mesmo, desde o seu surgimento.

### 3.1 HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS

Os primeiros transportes coletivos surgiram em meados do século XVII na cidade de Londres, eram carruagens de aluguel puxadas por animais, relata Diaz (2014).

As primeiras linhas fixas de transporte coletivo com itinerários fixos e horários marcados surgiram no ano de 1662 na capital Francesa, que possuía aproximadamente 150 mil habitantes, eram carruagens puxadas por cavalos, que possuíam até oito lugares e distribuídas em cinco linhas, conta Ferraz e Torres (2004).

Ferraz e Torres (2004) destaca também que os primeiros ônibus surgiram na cidade de Nantes, França, no ano de 1826, eram carruagens com capacidade e comprimento superiores aos da época e eram conhecidos como *omnibus*, palavra que significa *para todos* em latim.

Após a utilização dos *omnibus* de tração animal, foram feitas muitas tentativas de criar um bonde com tração mecânica, mas todas sem sucesso. Os primeiros bondes com resultados satisfatórios depois da tração animal apareceram somente anos mais tarde nos Estados Unidos da América em 1873, eram bondes movidos a cabo, os primeiros surgiram na cidade de São Francisco, mas posteriormente se espalharam para as demais cidades do país americano. O bonde em questão era movimentado através da tração deste cabo ainda sendo mantido sobre os trilhos, a vantagem da utilização deste novo método foi a possibilidade de aumentar a velocidade, o que nos transportes de tração animal era de 7 km/h passou para algo em torno de 15 km/h, conta Ferraz e Torres (2004).

No Brasil, eram utilizados em suas redes de transporte os bondes elétricos, tanto em São Paulo, como em muitas outras cidades do país, diz Branco (2011).

Ainda no século XIX ocorreram inúmeras tentativas de movimentar os omnibus com propulsão mecânica, foi tentado até propulsão a vapor, mas todas elas sem sucesso até aproximadamente o ano de 1890, quando começou a surgir os primeiros ônibus de propulsão mecânica e movidos a gasolina, nas cidades da Alemanha, França e Inglaterra. Já os primeiros ônibus movidos a óleo diesel surgiram só no século XX aproximadamente em 1920, primeiramente na Alemanha e depois em outras cidade européias, conta Ferraz e Torres (2004).

Segundo Ferraz e Torres (2004), os ônibus elétricos, conhecidos também como trólebus, mesmo com o surgimento dos ônibus a propulsão mecânica e movidos a gasolina, foram de grande importância a sociedade como meio de transporte coletivo nos anos de 1920 à 1950. Muitas cidades dos EUA e do mundo aproveitaram as redes elétricas dos bondes e utilizavam nos trólebus.

A partir da década de 50, os trólebus entraram em decadência por diversos motivos, dentro eles a rigidez das rotas, o custo elevado de operação, menor confiabilidade em relação aos ônibus a diesel e a elevação do uso do automóvel, conta Ferraz e Torres (2004).

No Brasil, o surgimento dos ônibus com motor a combustão interna, se deu após os trólebus, isto porque eram muito mais ágeis, sem qualquer dependência de trilhos ou redes elétricas, diz Branco (2011).

Branco (2011) destaca que entre os anos de 1947 e 1954, o aumento foi de 28% na oferta pelo transporte público, mas a população cresceu 36%, o que fez surgir empresa privadas de ônibus, não regularizadas, cuja essa oferta cresceu 45%, ultrapassando assim as ofertas públicas.

Branco (2011) ainda destaca que no ano de 1947 surgiu em São Paulo a Companhia Municipal de Transporte Coletivo (CMTTC) cuja proposta era de uma empresa só deter todos os modos de transporte da cidade, incluindo uma possível rede metroviária. Os 10 primeiros anos dessa empresa foram de muito sucesso, foram adquiridos ônibus importados e modernos, adquiriu-se bondes, que apesar de já serem usados nos EUA, eram bem mais modernos que os do Brasil. Na década de 50, a CMTTC foi conhecida como uma das maiores empresas do mundo no setor de transporte coletivo municipal, conforme SPTrans (2014a).

Siqueira (1997 apud Mendes, 2009) destaca que as empresas de transportes coletivos, surgiram com organização moderna e evolução das operações capitalistas originadas do acréscimo da quantidade de veículos e com melhorias das garagens e oficinas. Desta forma, em meados de 1970, as empresas do setor passaram de um modelo tradicional para um empresarial, com controle do Estado no ramo, e criação de vários órgãos de planejamento, fiscalização e controle.

As empresas do ramo de transporte urbano tiveram um grande fortalecimento com a criação Associação Nacional de Transportes Urbanos (NTU), que passou a assessorar os sindicatos em conversas em discussões com os gestores e também passaram a investir na formação de pessoas com melhor qualidade técnica, relata Orrico (1996 apud Mendes, 2009).

### **3.2 ESTUDO DO SISTEMA DO TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS**

Conforme visto no capítulo anterior, houveram diversas mudanças desde o início do sistema de transporte coletivo até os dias atuais. Neste capítulo serão tratadas as peculiaridades de sistemas de transportes coletivos utilizado nos dias de hoje.

O sistema transporte coletivo tem como principal objetivo a qualidade, que deve satisfazer todo aquele que tem algum tipo de interesse envolvido, diretamente ou não, sejam empresários, trabalhadores, usuários em geral ou até mesmo o governo. Para que haja esta satisfação de ambos envolvidos, é objetivo do governo proporcionar a rapidez, segurança e comodidade aos nossos transportes coletivos por ônibus, a um custo que caiba no bolso do cidadão brasileiro, afirma Ferraz e Torres (2004).

Ferraz e Torres (2004) destaca que geralmente são os municípios que tem a obrigação de planejar a gestão do sistema de transporte coletivo por ônibus. A Constituição da República Federativa do Brasil reafirma o que acima foi citado no artigo 30, inciso V, onde descreve ser de competência dos municípios "organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial" (BRASIL, 1988).

O poder público tem pelo menos três obrigações com relação ao transporte coletivo, são elas: planejar o transporte, elaborar as obras e ações de sua competência e realizar a gestão do sistema, contando com um pessoal preparado para realizar essas obrigações e adequada estrutura administrativa, técnica e jurídica, afirma Ferraz e Torres (2004).

Cançado (1999 apud Mercado, 2008) compara o modelo brasileiro de serviços de transportes coletivo por ônibus ao modelo francês, os mesmos podem ser executados diretamente pelo poder público, ou transferir a responsabilidade às empresas privadas, mediante permissão ou concessão. O autor ainda destaca que o planejamento, a organização e o controle do serviço de transporte coletivo são de responsabilidade do poder público, o mesmo ainda é responsável por determinar a política de tarifas e a forma de remuneração das empresas prestadoras dos serviços. Desta forma cabe as empresas concessionárias ou permissionárias prestar o serviço determinado pelo poder público.

Para planejar o sistema de transporte público coletivo por ônibus, é essencial conhecer o dia-a-dia de cada lugar, isto é, a demanda de passageiros em determinado local e horário, para identificar as rota com maior número de pessoas circulando em determinado horário, assim será possível definir uma estratégia operacional para frota de veículos e determinar os horários em cada linha de ônibus. O conhecimento desta demanda de passageiros também é necessário para a fixação de tarifas e o planejamento econômico das empresas, afirma Ferraz e Torres (2004).

Conforme citado acima a partir do planejamento define-se as rotas de circulação do transporte coletivo por ônibus, o mesmo circula por meio das linhas, segundo Marques (2003 apud Ribeiro, 2009) a linha é um serviço do transporte público coletivo por ônibus, constituído através do percurso feito pelos ônibus e dos horários.

Dentre as linhas traçadas podem-se destacar os principais tipos como radial, circular, diametral, interbairros e local, conforme definição de Ferraz e Torres (2004):

- a) radial - linha em que conecta a área central de uma cidade aos bairros;
- b) diametral - linha em que liga duas regiões de uma cidade passando pelo centro;

- c) circular - linha em que liga e conecta duas ou mais regiões de uma cidade, formando um círculo fechado;
- d) interbairros - linha em que liga dois ou mais bairros de uma cidade, sem passar pelo centro;
- e) local - linha em que atende apenas uma região da cidade, podendo haver um ou mais bairros.

Ferraz e Torres (2004) ainda destaca que as linhas ainda podem ser classificadas de acordo com a sua função:

- a) convencional - linha em que trabalha simultaneamente com as funções de pegar os usuários na região de origem, destiná-los até o local desejado e assim distribuir na região de destino;
- b) troncal - linha que trafega num corredor onde há uma demanda muito grande, destinando assim os usuários de uma região da cidade a outra;
- c) alimentadora - linha que trabalha apanhando os usuários de uma região da cidade e destinando-os em terminais ou estações, ou vice e versa;
- d) expressa - linha que trafega com baixa demanda de paradas, ou nenhuma, agilizando assim o tempo de viagem;
- e) especial - linha que acontecem apenas em determinados horários, geralmente em horários de pico ou em eventos especiais;
- f) seletiva - linha que realiza um trabalho complementar ao transporte coletivo, com maior conforto e preço, geralmente são chamados de ônibus ou micro-ônibus executivos.

Em grandes cidades brasileiras podem ser implementados, independente das linhas, os chamados corredores de ônibus, isto é, trechos das vias destinados a circulação exclusiva de ônibus, isto é possível, quando as vias possuem maior capacidade, ou seja, nas vias mais importantes da cidade, define Ferraz e Torres (2004).

Vasconcellos (2005) explica que os corredores de ônibus ajudam a aumentar a eficiência do sistema, visto que a partir da utilização dos corredores é possível a prestação de um serviço mais ágil e de maior qualidade, no entanto a existência dos corredores exclusivos ainda é muito pequena.

Para organização do transporte coletivo por ônibus e principalmente para o acesso dos passageiros ao longo ou final das linhas há existência de paradas ou terminais de ônibus.

De acordo com Rodrigues (2012), as paradas de ônibus são de extrema importância para a operação de transporte coletivo por ônibus. O passageiro tem seu primeiro contato com a rede de transporte através da mesma.

Ferraz e Torres (2004) define os locais onde há o embarque ou desembarque dos usuários de transporte coletivo por ônibus são chamados pontos de parada, estes pontos geralmente possuem algum tipo de estrutura, como cobertura, bancos ou sanitários.

Os pontos de paradas são importantes, pois além de proteger as pessoas do vento, sol e chuva, eles trazem maior conforto aos usuários do transporte coletivo por ônibus durante a espera do mesmo. Caso o local tenha bancos para sentar, esta comodidade se eleva ainda mais, comenta Ferraz e Torres (2004).

A identificação de uma parada pode ser feita por uma marca, podendo assim serem fixadas em postes de energia ou de telefone, conta Ferraz e Torres (2004).

Ferraz e Torres (2004) destaca que a distância entre uma parada e outra, contém o valor significativo na velocidade em que o transporte coletivo por ônibus opera. Rodrigues (2012) considera a distância de uma parada a outra como fatores diretos no desempenho operacional das linhas e também no seu custo de operação.

De acordo com Melo (2000), as paradas de ônibus tem importância influência no desempenho de cada ônibus, chegando a serem considerados os vilões da grande parte dos atrasos ocorridos pelos ônibus. O autor ainda destaca que as paradas de ônibus devem ser consideradas três aspectos como principais, são eles: localização, espaçamento e desempenho.

- a) localização: analisando a segurança dos usuários, não são indicados posicionar as paradas em pontos como: curvas, garagens, cruzamentos, entre outros;
- b) espaçamento: os intervalos de cada parada de ônibus devem respeitar um espaçamento de pelo menos 500 metros, para que o veículo possa manter uma velocidade e tempo satisfatório;

c) desempenho: a quantidade de linhas que atendem cada parada de ônibus deve ser proporcional ao tempo de serviço e ao tamanho da parada para estacionamento de cada veículo.

Alem das paradas, há também os terminais de transporte público, estes são feitos para operação de ônibus, podendo ser rodoviários para interurbanos, ou municipais para ônibus da própria cidade. Os mesmos são utilizados afim de que os usuários possam trocar de ônibus, até atingir seu destino final, otimizando assim o sistema de transporte público coletivo e proporcionar uma ligação entre as linhas, nas quais não compensariam uma linha direta, pois a demanda é pequena, descreve Vasconcellos (2005).

Para a utilização do sistema de transporte coletivo por ônibus, o passageiro deve arcar com uma tarifa, esta tarifa pode ser paga antecipadamente nos terminais ou no momento da utilização do serviço, isto é, diretamente dentro do ônibus, conta Ferronato et al (2000 apud Schein, 2003).

Conforme relatado acima o transporte público é de suma importância para a população, contudo fazem-se necessários evidenciar não somente a importância, mas também tratar da questão da confiança e qualidade nos serviços prestados pelo transporte coletivo por ônibus.

Quando falamos de confiabilidade do transporte coletivo por ônibus, vem a pergunta se o mesmo sairá da origem e chegará ao destino na hora prevista, claro, é possível que tenha um atraso tolerável, que pode ser ocasionados por diversos fatores como: defeitos, assaltos, congestionamentos, acidentes de trânsito, acidentes com passageiros, entre outros. A confiabilidade de cada rota, é avaliada através da porcentagem de viagens programadas que não foram realizadas, realizadas parcialmente ou realizadas com atrasos, define Santos (2005).

Desta forma a confiabilidade do sistema de transporte coletivo por ônibus está basicamente ligada a certeza dos passageiros no que diz respeito ao horário de passagem do ônibus, isto é se realmente será possível chegar ao destino no horário programado, relata Ferraz e Torres (2004).

Quando entramos na questão de qualidade do serviço prestado pelo transporte coletivo por ônibus, o fator básico é a satisfação e percepção dos usuários, desta forma o usuário define uma ideia do que seria um transporte de qualidade, e é buscando atingir esta ideia de qualidade definida pelo usuário que as

empresas que ofertam este serviço trabalham, conta Souza e Bodmer (2000 apud Schein, 2003).

Tabela 1 - Atributos que caracterizam a qualidade de cada parâmetro e suas medidas.

Fator	Parâmetros de Avaliação	Bom	Regular	Ruim
Acessibilidade (m)	Distância de caminhada no início e no fim da viagem. (m)	< 300	300 - 500	> 500
	Declividade dos percursos não exagerada, passeios revestidos e em bom estado e segurança na travessia das ruas.	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
Frequência de Atendimento	Intervalo entre atendimentos. (min)	< 15	15 - 30	> 30
Tempo de Atendimento	Relação entre o tempo de viagem por ônibus e o tempo de viagem por carro.	<1,5	1,5 – 2,5	>2,5
Lotação	Taxa de passageiros em pé. (pass/m <sup>2</sup> )	< 2,5	2,5 – 5,0	> 5,0
Confiabilidade	Viagens não realizadas ou realizadas com adiantamento >3min e atraso >5min. (%)	< 1,0	1,0 – 3,0	> 3,0
Segurança	Índice de acidentes significativos. (acidentes/100 mil Km)	<1,0	1,0 – 2,0	>2,0
Características dos Ônibus	Idade e estado de conservação.	Idade<5 Bom estado	5<Idade<10 Bom estado	Outras situações
	Número de portas e largura do corredor.	3 portas	2 portas corredor largo	Outras situações
	Altura dos degraus.	Pequena	Deixa a desejar	Grande
Característica dos locais de parada	Sinalização.	Na maioria	Deixa a desejar	Falta em muitos
	Cobertura.	Na maioria	Deixa a desejar	Em poucos
	Banco para sentar.	Na maioria	Deixa a desejar	Em poucos
Sistema de Informações	Folhetos com itinerários e horários disponíveis.	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
	Informações adequadas nas paradas.	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
	Informações e reclamações (pessoalmente ou por telefone)	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
Transbordabilidade	Transbordos. (%)	<15	15 - 30	>30
	Integração física.	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
	Integração tarifária.	Sim	Não	Não
Comportamento dos Operadores	Motoristas dirigindo com habilidade e cuidado	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
	Motoristas e cobradores prestativos e educados	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
Estado das Vias	Vias pavimentadas sem buracos, lombadas e valetas e com sinalização adequada.	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório

Fonte: Ferraz e Torres (2004).

Ferraz e Torres (2004) traz os principais fatores de qualidade definidos pelos usuários, como: lotação, acessibilidade, segurança, tempo de viagem, características dos locais de parada, características do veículo, comportamento dos

operadores, frequência de atendimento, conectividade, confiabilidade, sistema de informações e estado das vias. Ferraz e Torres (2004) nos traz também a tabela 1 com os principais atributos de qualidade de cada item supracitado.

Ferraz e Torres (2004) conta que em grandes cidades há uma tecnologia no sistema de transporte coletivo por ônibus maior e diferenciada, está tecnologia acaba por influenciar na qualidade do serviço prestado, a baixo será relatado de maneira mais especifica sobre estas tecnologias.

### 3.3 TECNOLOGIAS APLICADAS EM TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS

A inovação tecnológica é de suma importância para que se consiga qualidade urbana, sustentabilidade, eficiência, igualdade social e meio-ambiente conforme destacado por Schen (2003)

Schen (2003) ainda destaca que algumas empresas operadoras do serviço de transporte coletivo por ônibus fazem uso de novas tecnologias afim de prestar um serviço de qualidade aos seus usuários, e além disso aumentar a qualidade e produtividade do transporte. estas novas tecnologias utilizadas em transportes vem sendo proporcionadas por programas conhecidos como *Intelligent Transportations Systems* (ITS), isto é os chamados sistemas inteligentes.

Os ITS têm como principais objetivos aumentar a segurança e a produtividade do transporte, melhorar o controle da operação, reduzir atrasos, congestionamentos e ainda diminuir a emissão de poluentes (FERRAZ; TORRES, 2004).

Ferraz e Torres (2004) ainda nos traz alguns exemplos de ITS, como:

Rastreamento de veículos por satélite, sistema de bilhetagem inteligente no transporte coletivo urbano, registro de passagem dos coletivos por locais predeterminados, comunicação em tempo real com os usuários utilizando dizeres em painéis digitais e vozes em alto-falantes, acionamento de semáforos a distancia, divisão dos tempos de verde e vermelho dos semáforos com base nos fluxos de tráfego no momento, etc. (FERRAZ; TORRES, 2004, p. 211).

Weiland e Purser (1999 apud Schen, 2003) afirma que os programas ITS são constituídos por diversas áreas, dentre elas está o *Advanced Public Transportations Systems* (APTS). De acordo com Schen (2003) o APTS é o sistema que traz qualidade e modernização para o sistema de transporte coletivo por ônibus.

Basicamente as tecnologias APTS proporcionam o aumento da segurança e eficiência dos sistemas de transporte coletivo por ônibus, além de permitir maior acesso as informações a respeito da operação do sistema. O objetivo da utilização desta tecnologia é auxiliar nas decisões sobre o sistema e as operações, aumentando assim as conveniências aos passageiros e conseqüentemente a demanda dos mesmos, define FTA (2000 apud Schen, 2003).

Segundo Schen (2003) as tecnologias APTS podem ser divididas em cinco grandes categorias, nelas estão descritas tecnologias relevantes aplicadas ao transporte coletivo por ônibus. Seguem tabeladas abaixo as cinco categorias.

Tabela 2 - Categorias dos Sistemas Avançados de Transporte Público - APTS

<b>Aplicação em Transporte Coletivo</b>	<b>Tecnologia APTS</b>
Sistemas de Gerenciamento de Frota	Sistema de localização automática de veículos
	Software de operações de transporte
	Sistemas de comunicação
	Sistemas de informação geográfica
	Contagem automática de passageiros
Sistemas de Informação ao Usuário	Sistemas de informação ao usuário de transporte coletivo e multimodal na pré-viagem
	Sistema de informação ao usuário de transporte coletivo nos terminais/paradas de rua
	Sistema de informação aos usuários de transporte coletivo no veículo
Sistemas de Pagamento Eletrônico	Smart cards
	Sistemas de distribuição de receitas
	Câmaras de compensação tarifária
Gerenciamento da Demanda de Transporte	Compartilhamento dinâmico de transporte
	Coordenação automática do serviço
	Centros de gerenciamento/control de transportes
Veículos Inteligentes de Transporte Coletivo	Impedimento de troca de faixa e prevenção de colisões eminentes
	Prevenção de possíveis colisões
	Mitigação de colisão traseira
	Detectores para manobras de estacionamento estreito/difícil – manobra precisa

Fonte: FTA (2000 apud SCHEN, 2003).

Nwagboso (1997 apud SILVA, 2000) destaca os objetivos gerais dos APTS:

- a) maior controle e confiabilidade de horários e regularidade na rede em todas as viagens;

- b) aumentar a qualidade e proporcionar um serviço flexível a fim de se tornar competitivo;
- c) contribuir para a integração do sistema de tarifas;
- d) melhorar o sistema de informação aos usuários do transporte;
- e) aumentar a segurança dos usuários do transporte;
- f) facilitar a utilização do serviço multimodal.

De acordo com Schen (2003) as aplicações APTS possibilitam a formação de grandiosos bancos de dados, otimizando assim o tempo gasto e os recursos utilizados no sistema, para que seja possível um redimensionamento da oferta de maneira fácil e ágil.

Lee, Ryu e Paik (2008 apud LUCIO, 2011) complementa que as tecnologias APTS podem também serem utilizadas em aplicativos para dispositivos móveis, e que o uso das tecnologias APTS, é um exemplo de subsistema desenvolvido com o intuito de melhorar o transporte público atual, o autor ainda afirma que o desenvolvimento de aplicativos com o uso desta tecnologia tem relação ao crescimento do uso de dispositivos móveis, tais como celulares, *tablets*, *smartphones* e *notebooks*.

## 4 DISPOSITIVO MÓVEL

Como o objetivo específico da pesquisa é o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivo móvel, este capítulo aborda alguns conceitos relativos ao mesmo dando ênfase em *Global Positioning System (GPS)* e *Global System for Mobile Communications (GSM)*.

Dispositivos Móveis são dispositivos que fisicamente podem ser movidos e transportados sem que isso afete o seu funcionamento, desta forma são pertencentes ao grupo de dispositivos móveis, não somente celulares ou smartphones, mas também outros dispositivos como, por exemplo, GPS, computador de bordo, entre outros, explica Santana (2014).

Nos dias atuais é comum e freqüente o uso do dispositivo móvel no dia a dia, a maioria das pessoas utilizam esse recurso, destaca Santana (2014). O uso de dispositivos móveis, já passou de um objeto desejado para um objeto que faz parte do dia a dia da grande maioria de brasileiros.

Quando tratamos especificamente do dispositivo móvel celular, à aproximadamente 15 anos atrás, se pode dizer que o mesmo era um bem disponível para poucos, ao contrario daquela época, hoje o celular se tornou acessível e disponível para grande maioria da população, a medida que a procura por funcionalidade aumenta as empresas gestoras de telefonia móvel vem implementando novas tecnologias a estes aparelhos, seja modificando desde os hardwares até os softwares, sempre com o intuito de cobiçar o desejo dos consumidores para adquirir o que for de mais moderno, destaca Romeiro (2005).

Conforme dados divulgados pela revista Exame (2011) o número de dispositivos móveis, vem crescendo consideravelmente e bruscamente, segundo a revista estima-se que em 2015 haverá no Brasil 246 milhões de aparelhos celulares, o que significa 1,2 aparelhos por habitante, deste total, aproximadamente um quarto, serão *smartphones*, ou seja, 58 milhões de aparelhos.

É possível afirmar que os celulares ainda têm como principal função o serviço de voz, no entanto a transmissão e acesso a dados e informações são cada vez mais comuns, como por exemplo, acessar a internet a qualquer momento, isto é, se tornando verdadeiros computadores na palma da mão, complementa Romeiro (2005).

## **4.1 TECNOLOGIA GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS (GSM)**

A rede *Global System for Mobile Communications* (GSM) foi criada no ano 1991 no continente europeu e posteriormente adotada por demais países de todo o mundo. Esta tecnologia é diferente das demais, pois utiliza cartões de memórias nos aparelhos de dispositivos móveis, mais conhecidos como *Chips* ou *Cartão SIM*, estes cartões permitem transitar informações e características de um aparelho para outro, define Domingues (2006).

GSM Word (2012, apud SANTOS, 2012) destaca que a rede GSM é uma tecnologia digital, a mesma é utilizada para transmitir serviços de voz e de dados móveis, como o envio de *Short Message Service* (SMS), esta tecnologia é exclusivamente utilizada em dispositivos móveis.

Os telefones celulares surgiram com um propósito apenas, o de permitir a conversação por meio de voz, no entanto os tempos passaram e juntamente com o avanço tecnológico, houve o avanço e evolução das gerações de telefonia móvel e desta forma estes aparelhos passaram também a permitir a comunicação entre a rede de celular com as redes de dados, principalmente a rede de internet, explica Figueiredo e Nakamura (2003).

Segundo Dussaux et al (2010) a tecnologia GSM representa a liderança no mercado brasileiro, responsável por mais de 100 milhões de acessos, número este ainda em expansão.

### **4.1.1 SHORT MESSAGE SERVICE (SMS)**

Através da tecnologia GSM os dispositivos móveis contam também com o serviço de SMS. Através deste serviço é possível o envio e o recebimento de mensagens não deferindo as redes de operadoras (SANTOS, 2012).

Gomes (2014) explica que os dispositivos móveis com tecnologias GSM constantemente compartilham dados e informações com as antenas, tanto para fazer e receber chamadas, quanto na troca de dados, que é o caso da SMS. Segundo o autor, estas informações passam por um canal de controle, e este canal de controle passa um caminho a ser traçado para a transmissão da SMS.

#### **4.1.2 SUBSCRIBE IDENTITY MODULE (SIM)**

A tecnologia GSM é diferenciada pelo fato de trabalhar com cartões de memória integrados diretamente nos dispositivos móveis.

O *Subscribe Identity Module* (SIM) é um cartão inteligente, nele constam todas as informações e características gravadas e depositadas pelo assinante, isto é possível graças a um processador interno e uma memória (CAMPOS, 2010).

Segundo Sverzut (2005), um cartão SIM contém as seguintes informações:

- a) identidade internacional do assinante móvel;
- b) identidade temporária do assinante móvel;
- c) identidade da área de localização;
- d) chave de autenticação do assinante;
- e) número internacional da estação móvel.

Sverzut (2005) complementa que é a partir das informações contidas no cartão SIM, que ocorrem a tarifação das chamadas e demais serviços utilizados pelo dispositivo móvel.

#### **4.2 TECNOLOGIA GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)**

Dentre as várias funções dos dispositivos móveis há também a função de GPS, basicamente o GPS funciona a partir de um processamento de sinais emitidos constantemente pelos satélites artificiais em órbita ao redor do planeta Terra. Com esses dados é possível determinar as coordenadas espaciais do receptor, ou seja, o seu local referente ao globo (RODRIGUES, 2011).

Com o primeiro satélite russo *Sputnik I* em 1957, começou a utilização de satélites para posicionamento geodésico. No ano seguinte, os EUA lançaram o satélite *Vanguard* tendo início ao desenvolvimento do *Navigation satellite with Timing and Ranging* (NAVSTAR). Mas foi somente no ano de 1973 que se iniciou o desenvolvimento do GPS, projetado pelos EUA conta Bernardi e Landim (2002).

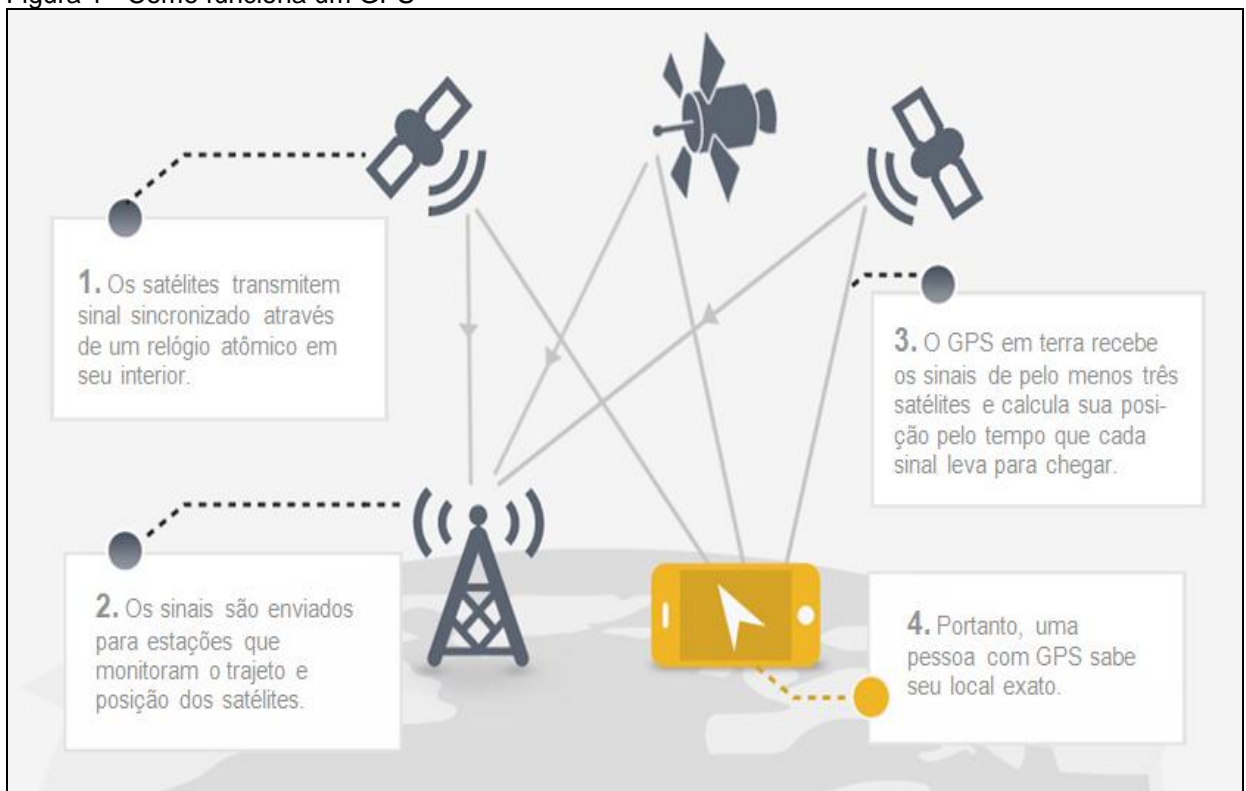
Duarte (2015) afirma que nos dias de hoje existem vinte e sete satélites em torno do globo terrestre, sendo três reservas e vinte e quatro ativos. Segundo o autor em cada parte do planeta Terra, existem pelo menos quatro satélites, assim é possível utilizar o GPS em qualquer parte do mundo sem que haja qualquer problema.

Bernardi e Landim (2002) ainda destaca que com os grandes avanços nessa área, o GPS passou a ser integrado a dispositivos móveis, carros e equipamentos, permitindo aos usuários traçarem uma rota de caminho entre dois pontos, além de também poder saber a localização exata de lojas, shoppings entre outros. Além do uso por usuários, o GPS também é muito utilizado na área militar, como por exemplo, em um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), onde na maioria das vezes o avião é autônomo e precisa saber suas coordenadas.

Os GPS contam também com um banco de dados bem completo, mostrando posicionamentos de veículos, pontos de referências, logradouros, rotas alternativas de trânsito, sistemas inteiros de trajetos e por fim os posicionamentos de radares de trânsito, na maioria dos casos sempre com muita precisão (CESANI; DRANKA, 2012).

Cesani e Dranka (2012) nos trás uma figura ilustrando o funcionamento de um GPS (figura 1):

Figura 1 - Como funciona um GPS



Fonte: Cesani e Dranka (2012).

### 4.3 ANDROID

Existem vários tipos de sistemas operacionais para o ramo de dispositivos móveis, destaca Martins (2009), abaixo estão descritas algumas das empresas gestoras destes sistemas operacionais:

- a) Google Android: destaca-se por ser uma plataforma open source, onde qualquer pessoa pode desenvolver seus próprios aplicativos e disponibilizar na loja oficial, também é o sistema operacional para dispositivo móvel com o maior número de dispositivos no mundo (LECHETA, 2015), sistema no qual este trabalho foi desenvolvido;
- b) iOS: sistema operacional embarcado desenvolvido pela Apple, este que só roda em seus dispositivos. Destaca-se por ser um sistema robusto com poucas falhas e seguro (MILANI, 2012);
- c) Windows Phone: sistema operacional desenvolvido pela Microsoft, sistema relativamente novo no mercado comparado aos seus concorrentes, destaca-se por sua interface simples e de fácil localização para seus usuários (MONACO, 2012).

Um Sistema Operacional (SO) é basicamente um conjunto de programas que gerenciam todas as funções de qualquer dispositivo em que é instalado, através dele é possível se conectar e usufruir de todo sistema eletrônico sem precisar conhecer o que acontece dentro do mesmo, define Cidral (2012).

Como já exemplificado acima, existem vários tipos de sistemas operacionais para dispositivos móveis. Neste trabalho foi desenvolvido o aplicativo para Android, sendo o SO mais utilizado no mundo, obtendo 81,3% da fatia de mercado global, conforme dados de outubro de 2013, apresentados por Deitel (2015).

O Android contém diversas aplicações já instaladas e possui um ambiente de desenvolvimento poderoso, com flexibilidade e bastante ousado, sua arquitetura é focada na integração de aplicativos e não diferencia uma aplicação desenvolvida pelo usuário, de uma aplicação nativa, destaca Lecheta (2015).

O Android possui muitos recursos e uma das vantagens na utilização do mesmo, é o fato de ser um sistema operacional gratuito e de código fonte aberto, permitindo assim a visualização de como seus recursos são implementados, desta

forma, por ter este grau de abertura a inovação acontece de forma muito rápida (DEITEL, 2015).

O Android tem como base SO Linux Kernel 2.6., que também é responsável por toda parte do gerenciamento de memória, *threads*, processos, seguranças de pastas e arquivos, *drivers* e redes (LECHETA, 2015).

Dentro do Android, o Kernel do Linux fica responsável por controlar todo o processo de memória, uma vez que vários aplicativos e processos do SO podem ser executados ao mesmo tempo e caso haja necessidade o SO pode determinar o encerramento de algum processo, afim de que seja liberada a memória, além disso a segurança do Android é baseada na do Linux, destaca Lecheta (2015).

O Android desde a sua criação até os dias atuais não parou de evoluir, varias versões foram lançadas, curiosamente a partir da primeira versão todas receberam nomes de doces, o que aumenta a curiosidade das pessoas em saber qual o doce escolhido para próxima versão, Lecheta (2015) nos traz os conceitos das versões. Conforme descrito abaixo:

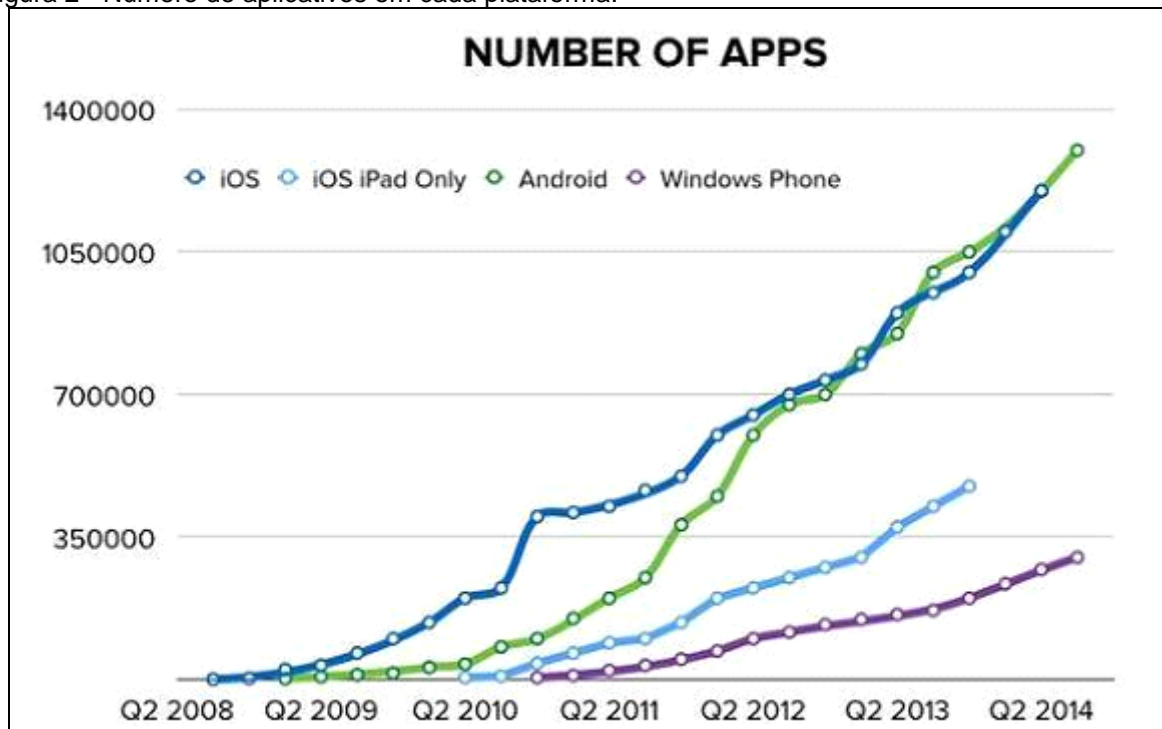
- a) Android 1.0: foi lançado em 2008 com o celular T-Mobile G1;
- b) Android 1.5 (Cupcake): foi lançado abril de 2009. Trouxe inovações na parte de câmera, GPS, *upload* de fotos e vídeos para *Youtube*, dentre outros, foi também nesta versão que sugeriram os *widjets*;
- c) Android 1.6 (Donut): foi lançado em setembro de 2009. Nesta versão o texto foi convertido em voz, permitindo efetuar pesquisas pelo comando de voz, além disso aqui o Android passou a ser crescer no mercado, pois permitiu sua utilização em diversas resoluções e tamanhos de tela;
- d) Android 2.0 e 2.1 (Eclair): foi Foi lançado em outubro de 2009 e atualizado em janeiro de 2010. Foram feitas muitas melhoras no SO e trouxe os plano de fundo animados;
- e) Android 2.2 (Froyo): foi Foi lançado em maio de 2010. Também nesta versão ocorreram diversas melhorias no SO, adicionando USB *Tethering* e *Wi-Fi Hotspot*;
- f) Android 2.3 (Gingerbread): foi lançado em dezembro de 2010. Permitiu o uso de câmera frontal e traseira e foram adicionado o sistema de copy-paste;

- g) Android 3.0 (Honeycomb): foi lançado em fevereiro de 2011. Esta versão foi focada em telas grandes, deixando também de ter botões físicos;
- h) Android 4.0 (Ice Cream Sandwich): foi lançado em outubro de 2011. Nesta versão é que as plataformas de desenvolvimento entre smartphones e tablets foram unificadas;
- i) Android 4.1 (Jelly Bean): foi lançado em junho de 2012. Nesta versão foram efetuadas muitas melhorias no SO com relação as animações;
- j) Android 4.4 (KitKat): foi lançado em outubro de 2013. Nesta versão ocorreram muitas melhorias de desempenho, permitindo que o SO estivesse ao alcance de todos, isto porque, o mesmo passou a funcionar em dispositivos com menos de 512 MB de RAM;
- k) Android 5.0 (Lollipop): foi lançado em novembro de 2014. Nesta versão tivemos a maior atualização focado na interface de usuário e usabilidade.

Dentre as funcionalidades do Android e para auxílio com relação a distribuição e divulgação de aplicações para o mesmo, encontramos a loja virtual Google Play, nela há aplicativos e jogos, tanto pagos, como gratuitos, o Google Play permite que os desenvolvedores disponibilizem suas aplicações mediante o pagamento de uma taxa e o acordo com os termos de uso, após isso o aplicativo já pode ser baixado pelos usuários (LECHETA, 2015).

Segundo notícia publicada no site Mobile Expert (2014), atualmente o Android é a plataforma que possui o maior número de aplicativos disponível na sua loja oficial para os usuários realizarem download, superando um milhão de aplicativos. A figura 2 ilustra um gráfico do crescimento de aplicativos disponíveis atualmente nas plataformas.

Figura 2 - Número de aplicativos em cada plataforma.



Fonte: Mobile Expert (2014).

Marshable (2014) destaca que entre os aplicativos mais utilizados no mundo, estão: Google Maps que está presente em 54% dos dispositivos móveis, utilizado para construção de rotas de viagens e localização, Facebook presente em 44% dos dispositivos, acesso a rede social mais utilizada do mundo e o Youtube em 35 % dos dispositivos, acesso a vídeos disponíveis e visualizados no mundo inteiro.

Aplicativos semelhantes ao presente trabalho estão o próprio aplicativo da Google, nomeado como MAPS e o Aplicativo WAZE, muito semelhante ao Google Maps, porém o grande diferencial é onde o usuário pode interagir com outros usuários, além de poder adicionar ao mapa radares, acidentes e imprevistos, para que outros usuários identifiquem possíveis problemas (WAZE, 2014).

Os aplicativos que são utilizados no Android, são desenvolvidos na linguagem de programação JAVA (JAVA, 2014), ou também através alguns *frameworks* existentes no mercado. Dentre eles existe o *framework* FireMonkey (FMX), utilizado na plataforma de desenvolvimento Delphi RAD Studio XE 8, conforme destacado por Duarte (2015).

## 5 GEOPROCESSAMENTO

As sociedades organizadas, sempre foram preocupadas na coleta de informação sobre a distribuição geográfica de recursos materiais, propriedades, animais e plantas, porém isso era sempre feito apenas em documentos e mapas de papel, impedindo que fossem realizadas combinações de diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento simultâneo, a tecnologia da informação permitiu que estes dados armazenados pudessem ser representados em um ambiente computacional, dando assim início ao Geoprocessamento (CÂMARA; DAVIS, 2001).

Geoprocessamento vem da união de duas palavras, geografia e processo, desta forma o termo Geoprocessamento vem do sentido de processamento de dados georeferenciados, isto é implementação de um processo na grafia ou representação da terra, explica Moura (2005).

Câmara (2002) relata que o Geoprocessamento utiliza técnicas de matemática e computação para o tratamento dessas informações e que o mesmo vem influenciando de maneira crescente e positiva as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transporte, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

Moura (2005) ressalta que o Geoprocessamento tem relação com a técnica de coletar dados espaciais, o Geoprocessamento também engloba o processamento digital de imagens, cartografia digital e sistemas informativos geográficos, desta forma faz-se necessário que tenhamos um breve entendimento sobre cada um desses conceitos.

Bastos, Arcoverde e Barreto (2010) definem Processamento Digital de Imagens como um processamento de imagem digital em um computador. Uma imagem digital é composta por pixels e cada pixel é constituído por dois componentes: Uma está relacionada a localização em determinado espaço e a outra é sua intensidade.

Soares Filho (2000) destaca que Cartografia Digital nada mais é que a conversão de ao para o meio digital, ela é, portanto a ferramenta que permite a visualização, armazenamento e organização de dados espaciais em um determinado software.

Para Marques (2014) o conceito de Sistemas Informativo Geográfico (SIG) é um sistema composto por Software, Hardware e procedimentos, elaborado

com a finalidade de suportar a captura análise, manipulação, modelação, gestão e visualização de dado e informações de referencia de um determinado espaço afim de que sejam resolvidas questões no que diz respeito ao planejamento e gestão na realização de operações ligadas a um determinado espaço ou localização.

As primeiras tentativas de informatizar informações com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, próximo aos anos 50, com o objetivo de reduzir os custos do governo com mapas, no entanto devido ao pequeno avanço e pouco poder de processamento, inicialmente estes sistemas não foram classificados como sistemas de informação (CÂMARA; DAVIS, 2001).

Os primeiros sistemas de informação voltados para geoprocessamento foram criados no Canadá por volta dos anos 60, porém o sistema era difícil de utilizar, pois não existiam grandes computadores para executar, e nem telas com alta resolução. Inicialmente não existiam sistemas para comercializar, cada empresa ou usuário deveria desenvolver o seu sistema (FIORIO, 2014).

Nos anos 70, foi onde a expressão *Geographic Information System*, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), foi criada, a mesma teve um grande avanço devido o hardware para computadores evoluir muito, fazendo assim com que fosse viável desenvolver um grande SIG. Neste período foi onde a Cartografia teve grandes avanços e foi desenvolvido questões matemáticas e de geométrica computacional (MILLER, 2001).

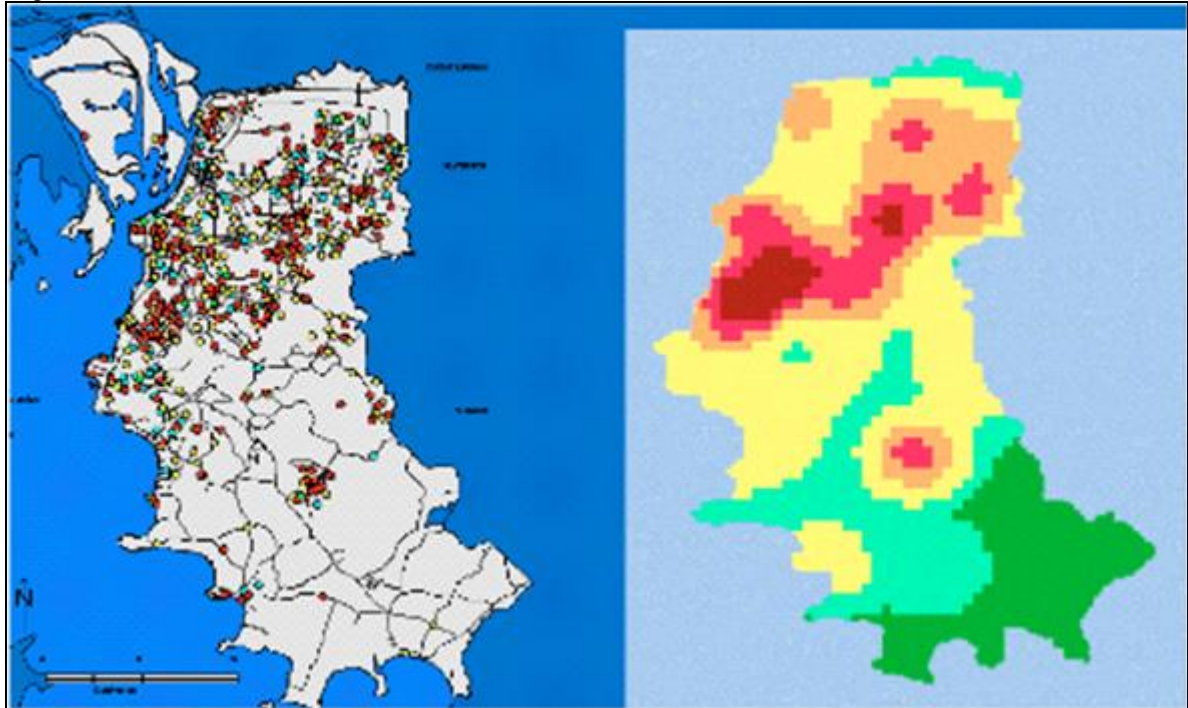
Os anos 80 representaram muito para os SIG, pois foi a partir desta data até os dias de hoje, que várias pesquisas e empresas voltaram seus produtos para esta área. Nesta época também foi criado nos Estados Unidos, o National Centre for Geographical Information and Analysis (NCGIA, 1989), primeiro centro de geoprocessamento independente (CÂMARA; DAVIS, 2001).

No Brasil as pesquisas estão voltadas nos seguintes grupos de pesquisas: UFRJ, no Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia; MaxiDATA: desenvolvido pela empresa AeroSul; CpqD/INTELBRAS: Centro de pesquisa da TELEBRÁS; INPE: Instituto de Pesquisa Espacial.

Os sistemas de Informação Geográfica (SIG) são sistemas voltados para avaliação e manipulação destes dados, sistemas esses de baixo custo, com interfaces amigáveis e de fácil entendimento. Estes sistemas permitem a visualização espacial de variáveis, como população de indivíduos, índice de pessoas em diversas classes sociais entre outros. Para isso, é necessário que o sistema

tenha acesso a uma base de dados geográfica, que pode ser o mapa dos estados brasileiros, e o SIG é capaz de gerar um mapa colorido representando tais dados (CÂMARA, 2002). A Figura abaixo ilustra um exemplo de uma imagem resultante de um sistema de informação geográfica.

Figura 3 - Exemplo de Imagem de um SIG. Distribuição de casos de mortalidade externa em Porto Alegre em 1996 e estimador de intensidade.



Fonte: Câmara, (2002).

Fitz (2008) relata que para o desenvolvimento de um SIG é necessário a utilização de um meio computacional e, além disso, é necessário que haja uma base de dados georeferenciados ou seja, dados estes definidos e associados a um sistema de coordenadas em um determinado local, ligando assim ou ponto a outro através de suas coordenadas geográficas (latitude e longitude).

Para Curtarelli, Arnesen e Vasconcelos (2011), O SIG é um poderoso instrumento para auxílio ao planejamento, gestão e análise de projetos e atividades socioeconômicas e ambientais. Segundo Maguirre et al (1991, apud CURTARELLI; ARNESEN; VASCONCELOS, 2011), este sistema é definido para possuir três propriedades básicas:

- a) capacidade de apresentação cartográfica de informações completas;
- b) base integrada de objetos espaciais;
- c) sofisticado instrumento para análise espacial.

O uso de SIG permite que o usuário ou órgão obtenha informações de forma rápida, permitindo uma visão dinâmica para avaliação dos riscos, também auxiliando na tomada de decisões, podendo assim identificar áreas vulneráveis e entender as causas e efeitos de fenômenos naturais (GILLESPIE et al, 2007).

Conforme explica Domingues, França (2009, p. 72), o uso de um SIG e da tecnologia pode auxiliar também no planejamento das cidades:

A carência de informações consistentes dentro das administrações públicas e a crescente demanda por integração dos processos de coleta de dados levaram um grande número de municípios a buscar na tecnologia da informação recursos para planejar as cidades. O uso desta tecnologia deve ser visto como um meio para um fim social devendo contribuir tanto para a promoção de intervenções políticas adequadas, como para a avaliação das mesmas, uma vez que os governos municipais têm um papel destacado na melhoria da qualidade de vida e no incentivo ao desenvolvimento local.

Em um país da dimensão continental do Brasil, com uma grande carência de informações relevantes para tomadas de decisões, como problemas urbanos, rurais e ambientes, o Geoprocessamento apresenta um grande potencial, principalmente por ter um baixo custo, em que as informações sejam adquiridas localmente (CÂMARA; DAVIS, 2001).

## **6 TRABALHOS CORRELATOS**

O objetivo principal deste capítulo será apresentar alguns trabalhos relacionados com o assunto do projeto desenvolvido.

### **6.1 EMPREGANDO TECNOLOGIA JAVA, ANDROID E GEOPROCESSAMENTO EM APLICATIVOS MÓVEIS**

Na monografia de especialização realizado no ano de 2011, na cidade de Curitiba, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Canalle (2011) foca seu objetivo em elaborar condições associadas à construção de aplicações SIG móvel utilizando plataforma Android, além de apresentar alguns estudos na construção do protótipo.

O autor apresenta alguns conceitos sobre Geoprocessamento e Android, tecnologias estás usadas para criação de um protótipo de um SIG móvel, além disso o autor apresenta toda arquitetura e funcionalidade do mesmo.

Canelle (2011) descreve que durante a construção de seu aplicativo foram encontradas diversas dificuldades, tanto na utilização do Android, quando no funcionamento do GPS, no entanto foram encontradas também várias facilidades disponibilizadas pela plataforma Android. Verificou-se que a plataforma Android possibilita desenvolver aplicações que possuam características de um SIG para dispositivo móvel, sendo possível também combinar tais características com funções trazidas pelos dispositivos móveis atualmente, tais como: GPS, acesso a rede 3G, WIFI, entre outras.

### **6.2 UM APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS VOLTADO PARA USUÁRIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO**

No Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) realizado no ano de 2011, na cidade de Campo Mourão, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Lucio (2011) pretende elaborar um aplicativo para de auxilio as pessoas na utilização do transporte público coletivo, além disso demonstrar como a utilização de seu aplicativo contribui para o conhecimento das pessoas e maior informação aos usuários do transporte público coletivo através das redes sociais.

Lucio (2011) destaca que neste trabalho foi necessário estudar as tecnologias APIs das redes sociais e do Android, afim de se obter um maior conhecimento sobre as mesmas, alem disso também foi possível estudar as tecnologias de geolocalização.

Neste trabalho foi possível proporcionar aos usuários informações relativas a localização e demais informações do transporte público coletivo. Através da rede social *Twitter*, os usuários do transporte, puderam enviar mensagem de texto para o protótipo, chamado pelo autor de UB-Móvel, interagindo assim com o funcionamento do mesmo.

De acordo com a avaliação dos usuários, o UB-Móvel teve um desempenho satisfatório, com apenas algumas sugestões de melhoria e contribuiu para o aprimoramento das informações com relação ao transporte público coletivo.

### **6.3 ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE MAPAS EM ANDROID PARA ITINERÁRIOS DE ÔNIBUS**

Na monografia realizada no ano de 2012, na cidade de Curitiba, para obtenção do título de Especialista em Tecnologia Java, do curso de especialização em tecnologia Java da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Oliveira (2012) aborda sobre o estudo de tecnologias, disponibilizando mapas com itinerários de ônibus do transporte público coletivo, para dispositivos móveis, com plataforma Android e utilizando o Google Maps.

O autor conceitua em sua especialização a respeito de dispositivos móveis e também sobre transportes públicos coletivos nas cidades, e da ênfase na utilização do Google Maps para localização das rotas de ônibus, através do aplicativo desenvolvido.

Nesta monografia, foi possível a localização de rotas e itinerários do transporte público coletivo, através do aplicativo desenvolvido com base em APIs do Google Maps. O autor destaca que a escolha e utilização do Google Maps foi essencial para o desenvolvimento do protótipo de dispositivo móvel. Oliveira (2012) ressaltou e concluiu que há a necessidade da tecnologia para soluções e melhorias relativas a mobilidade urbana.

## **6.4 DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS MÓVEIS COM O USO DA TECNOLOGIA ANDROID E GEOPROCESSAMENTO**

No Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) realizado no ano de 2013, na cidade de Assis, para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação no Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA, Loureiro (2013) aborda desenvolver uma solução tecnológica, usando as tecnologias de Android, Geoprocessamento e Microsoft .NET, para proporcionar aos profissionais da área de saúde, maior agilidade nas visitas realizadas em trabalho de campo por agentes epidemiológicos, permitindo assim um auxílio na tomada de decisões e inclusão digital das atividades de vigilância.

O autor conceitua as tecnologias usadas para desenvolvido dos protótipos e da ênfase na maneira como o mesmo desenvolveu o aplicativo para dispositivo móvel e um sistema desktop para análise de resultados da área de saúde.

No TCC estudado, foi possível obter um grande aprendizado sobre a tecnologia Android, assimilando também grandes conceitos sobre a área de dispositivos móveis, sendo possível a aplicação pratica do que foi estudado, ou seja, através da realização dos protótipos, foi possível entender a funcionalidade da integração de um aplicativo em Android com um sistema desktop.

## 7 PROTOTIPO DE APLICAÇÃO ANDROID PARA LOCALIZAÇÃO DE ÔNIBUS

Neste capítulo, basicamente será descrito o desenvolvimento do aplicativo *mobile* para dispositivos móveis, abordando os tópicos relativos a implementação do protótipo realizado neste trabalho.

Serão descritos as tecnologias, hardwares e dispositivos utilizados na implementação do protótipo, demonstrando o funcionamento dos mesmos.

O capítulo subsequente também irá tratar dos objetivos alcançados, demonstrando o desempenho do software através de testes práticos e reais.

### 7.1 METODOLOGIA

O presente estudo iniciou-se através do levantamento de material bibliográfico, a fim de se obter um embasamento teórico a respeito do tema abordado.

Após realização da fundamentação teórica fez-se necessário o estudo das tecnologias e ferramentas utilizadas no desenvolvimento do protótipo, este estudo deu-se basicamente através de livros e tutoriais, dos quais se destacam o livro de Duarte (2015) e o tutorial de Santos (2015), também foi a partir dos mesmos que iniciou-se a implementação e o desenvolvimento do protótipo.

Em uma breve descrição, o aplicativo desenvolvido basicamente permite ao usuário obter a localização exata do ônibus e estimar um tempo de chegada do mesmo.

Para obter sucesso na implementação e desenvolvimento do aplicativo optou-se pela utilização de algumas tecnologias. O aplicativo implementado no presente trabalho foi desenvolvido a partir da plataforma de desenvolvimento Delphi RAD Studio XE 8 aliada ao sistema operacional Android com GPS integrado, utilizando a API do Google Maps e um rastreador veicular GPS modelo TLT-2HU como fontes de informação e auxílio na identificação das rotas. Ainda tratando do funcionamento do aplicativo, a leitura da informação relativa as rotas é feita através de mensagens SMS.

### 7.1.1 FERRAMENTAS UTILIZADAS NO PROJETO

Conforme citado acima foi utilizado um rastreador veicular no auxílio de identificação de rotas, este rastreador foi adquirido no início do projeto com recursos próprios, abaixo está ilustrado na figura 4 um rastreador idêntico ao utilizado no projeto.

Figura 4 - Rastreador Veicular TLT-2HU.



Fonte: Lojamundi (2015).

O rastreador veicular modelo TLT-2HU, é um hardware que fica instalado no interior do ônibus. O aparelho é composto por uma bateria interna, um cabo que fica instalado até a parte elétrica do veículo e um chip de celular que fará a transmissão das mensagens SMS. Segundo a Lojamundi (2015) este aparelho é um transmissor remoto de coordenadas geográficas (latitude e longitude) com base no GPS, transmitindo assim as coordenadas para o dispositivo móvel solicitado, via mensagens SMS através da rede de celular.

Para dar início ao desenvolvimento da aplicação foi preciso fazer a instalação de alguns softwares, como o Delphi RAD Studio XE 8, que pode ser baixado na versão Trial (versão grátis por 30 dias), direto do site da Embarcadero, empresa fabricante do software: <https://www.embarcadero.com/br/downloads>, juntamente com a instalação do Delphi RAD Studio XE 8, foram selecionadas as opções para instalação de 3 softwares adicionais, o Java Development Kit (JDK), o Software Development Kit (SDK) e o Native Development Kit (NDK). Também foi preciso fazer a instalação do software Motorola Device Manager, que pode ser feito o

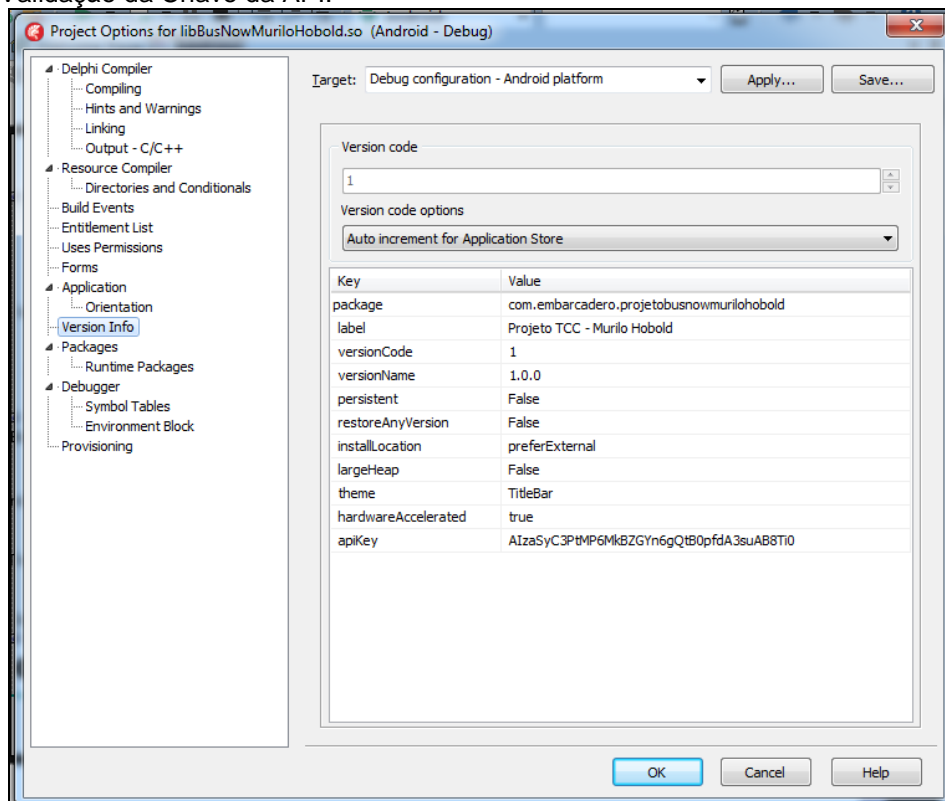
download na versão gratuita direto do site da Motorola: [https://motorola-global-portal.custhelp.com/app/answers/prod\\_detail/a\\_id/97326/p/30,6720,9050](https://motorola-global-portal.custhelp.com/app/answers/prod_detail/a_id/97326/p/30,6720,9050).

Através do JDK foi possível desenvolver a aplicação utilizando a linguagem Java, o SDK serviu para criarmos a aplicação diretamente na plataformas do Android, o NDK é um conjunto de ferramentas que permitiu implementar partes do aplicativo usando linguagens de código nativo, já o Motorola Device Manage permitiu que o aplicativo seja compilado diretamente no smartphone.

Para comportar e testar o aplicativo foi utilizado um smartphone fabricado pela empresa Motorola, modelo Moto G, com armazenamento interno de 16 GB. O smartphone roda com sistema operacional Android versão 5.0 e possui GPS integrado.

Com relação a API do *Google Maps*, para que fosse possível a utilização do mesmo, foi solicitada uma credencial através do cadastro de desenvolvedores da Google, disponível no site: <https://console.developers.google.com/>. Através deste cadastro foi gerada e validada uma chave credencial de acesso à API, permitindo assim o uso da API no projeto. Na figura 5 pode ser observado a imagem da chave gerada configurada dentro da plataforma Delphi.

Figura 5 - Validação da Chave da API.

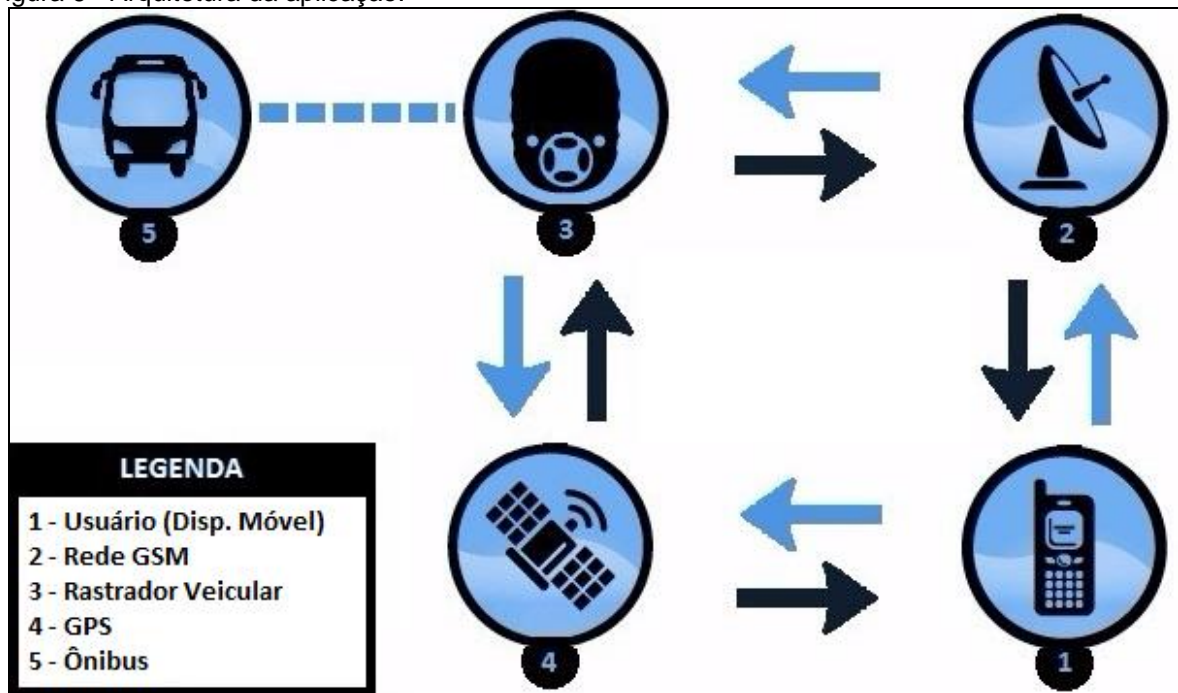


Fonte: Do Autor.

### 7.1.2 DESENVOLVIMENTO

Após a instalação e configuração de todas as ferramentas utilizadas, deu-se início ao desenvolvimento do protótipo para localização do transporte público. A figura 6 ilustra a arquitetura do aplicativo e logo após uma breve explicação da mesma.

Figura 6 - Arquitetura da aplicação.



Fonte: Do Autor.

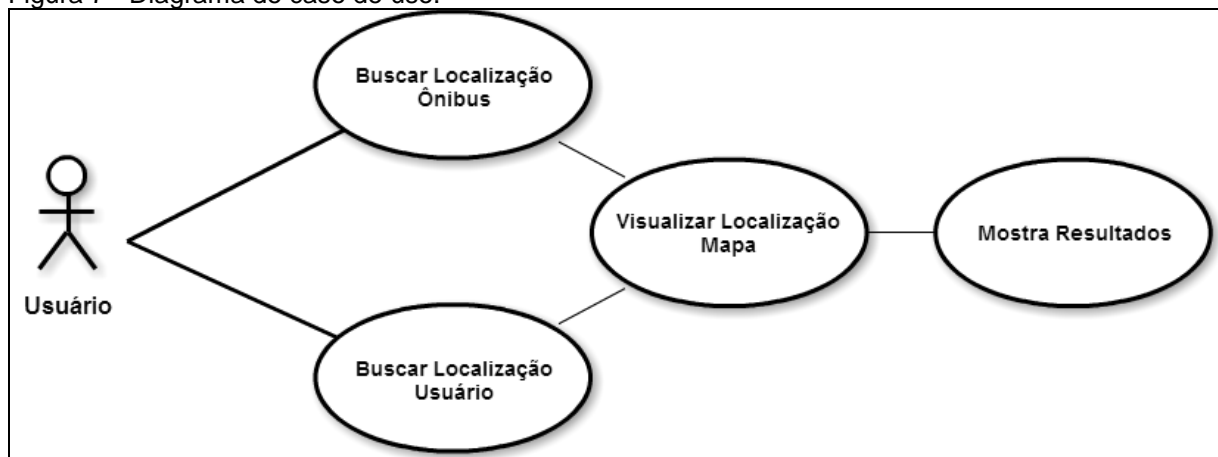
Como observado na ilustração da arquitetura do aplicativo, a seguir está descrito o passo a passo a ser seguido pelo aplicativo:

- a) item 1: o celular envia a mensagem SMS para a rede GSM;
- b) item 2: a rede GSM passa informação para o rastreador veicular através da mensagem SMS;
- c) item 3: o rastreador veicular está acoplado ao ônibus;
- d) item 3: o rastreador veicular solicita informações de latitude e longitude ao GPS;
- e) item 4: o GPS emite as coordenadas solicitadas para o rastreador veicular;
- f) item 3: o rastreador veicular envia uma mensagem SMS para o dispositivo móvel através da rede GSM;

- g) item 2: a Rede GSM encaminha a SMS para o dispositivo móvel solicitado.
- h) Item 1: o dispositivo mostra as informações para o usuário;
- i) Item 1: o dispositivo solicita a coordenadas geográficas do mesmo para o GPS;
- j) Item 4: o GPS emite as coordenadas para o dispositivo móvel;
- k) Item 1: o dispositivo mostra as informações para o usuário.

Na figura 7 podemos observar o diagrama de caso de uso, ou seja, a visão do aplicativo do ponto de vista do usuário.

Figura 7 - Diagrama de caso de uso.



Fonte: Do Autor.

Após definida a arquitetura do protótipo e do diagrama de caso de uso, o primeiro passo foi efetuar o desenvolvimento dos *layouts* do aplicativo.

O primeiro e principal *layout* nos traz o objeto de estudo deste projeto, isto é, nos traz a informação desejada, a localização do ônibus. Para este *layout* foram definidos alguns componentes como é possível visualizar na figura 6, são eles:

- a) um botão na parte inferior esquerda da tela denominado *Mapa*, a partir da seleção deste botão é possível acessar aos demais componentes deste layout;
- b) dois botões na parte superior da tela com as funções de selecionar e buscar a localização do ônibus e a localização do próprio celular, isto é do usuário;
- c) um mapa no centro da tela contendo dois marcadores correspondentes as localizações do ônibus e do usuário;

- d) dois campos de leitura contendo a informação de distância e tempo estimado entre o ônibus e o usuário.

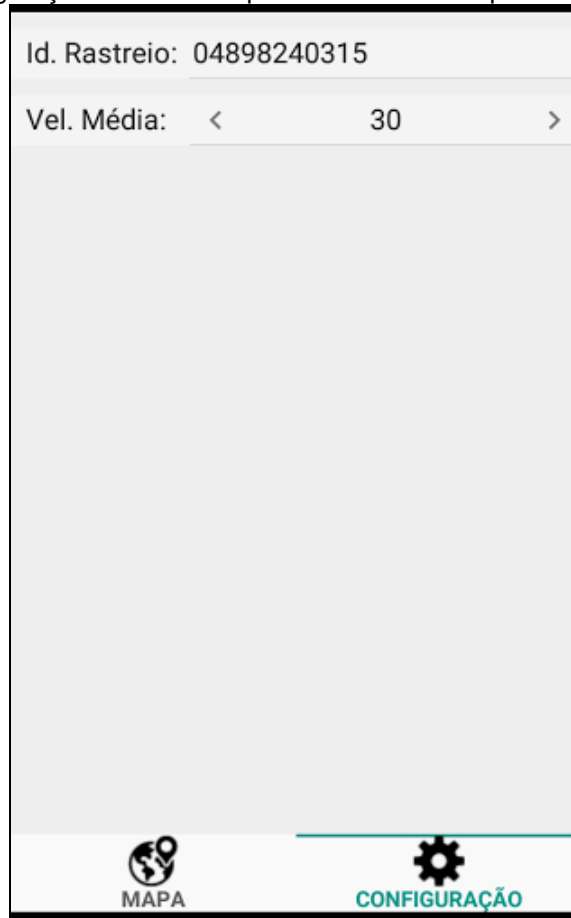
Figura 6 - *Layout* do aplicativo com legenda explicando os botões e informações.



Fonte: Do Autor.

O segundo *layout* foi desenvolvido para questão de configurações do aplicativo, ou seja, para configuração de variáveis parametrizadas no aplicativo. É possível acessar este *layout* através do botão denominado *Configuração* na parte inferior direita da tela. Este *layout* contém dois campos de texto na parte superior da tela, um deles denominado como *Id. Rastreo*, contém o número do chip instalado dentro do rastreador veicular e outro campo denominado de *Vel. Média*, contendo a informação da velocidade média do ônibus estabelecida. Ambos os campos podem ser alterados, na figura 7 podemos observar este *layout*.

Figura 7 - *Layout* de configuração de variáveis parametrizadas do aplicativo.



Fonte: Do Autor.

Após a definição dos *layouts* foram delimitadas as funções para cada botão da aplicação. Pode-se afirmar que a partir desta etapa é que de fato deu início a codificação, isto é, a programação, isto porque quando se programa na plataforma Delphi existe a facilidade no desenvolvimento de *layouts*, pois nesta parte a programação acaba por ser interna executada pela própria plataforma, o programador define apenas o alinhamento e a parte visual da implementação.

O primeiro botão codificado foi o botão designado para trazer a localização atual do usuário no mapa. O aplicativo permite esta função a partir da existência do GPS integrado no dispositivo móvel, assim ao clicar no botão de localização do usuário, o aplicativo irá ativar o sensor de localização e a após a aplicação achar as coordenadas de latitude e longitude do usuário, irá aparecer um ícone de uma pessoa (mesmo ícone do botão) no centro do mapa com o posicionamento global do usuário e caso o aplicativo não encontre as coordenadas, será mostrado uma mensagem ao usuário informando o problema. Na figura 8, podemos observar como ficou a aplicação após feito tal processo.

Figura 8 - Posição do usuário no mapa.



Fonte: Do autor.

Continuando a implementação do aplicativo, o segundo botão codificado, foi o botão designado para trazer a localização atual do ônibus.

A função deste botão é dada da seguinte forma, ao clicar no botão, o aplicativo envia uma mensagem SMS para o rastreador veicular instalado no interior do ônibus, o qual foi mencionado no capítulo anterior.

Para que o aplicativo encaminhe esta SMS, foi utilizada uma API do Android que possui a função de fazer com que o aplicativo se comunique com o dispositivo móvel e reconheça os tipos de dados do Android, além disso foi configurado na programação um código e uma senha padrão, determinados pelo fabricante do rastreador. O rastreador, por sua vez recebe esta SMS contendo o código e a senha padrão por intermédio do chip SIM instalado em seu interior. Este chip por sua vez, como qualquer outro, possui um número, número este cadastrado e configurado no layout de *Configuração* através do campo *Id. Rastreo*. Na figura 9 segue a codificação do processo do envio da SMS.

Figura 9 - Codificação para enviar SMS ao Rastreador Veicular

```

procedure TFMnPrinc.ActEnvSMSExecute(Sender: TObject);
var
  GerenciadorSMS: JSmsManager;
  sNumero, sMensag, sSenhaPadrao :String;
begin
  sSenhaPadrao := '0000';
  GerenciadorSMS := TJSmsManager.JavaClass.getDefault;
  sNumero := EdtNumOni.Text;
  //--> 666 é o código de rastreamento do aparelho
  sMensag := '666' + sSenhaPadrao;

  GerenciadorSMS.sendTextMessage(StringToJString(sNumero),
    nil, StringToJString(sMensag), nil, nil);
end;

```

Fonte: Do autor.

O rastreador então recebe a mensagem SMS enviada pelo aplicativo e responde a mesma com as coordenadas de latitude e longitude do veículo, como pode ser observado na figura 10, diretamente do aplicativo de mensagens do Android.

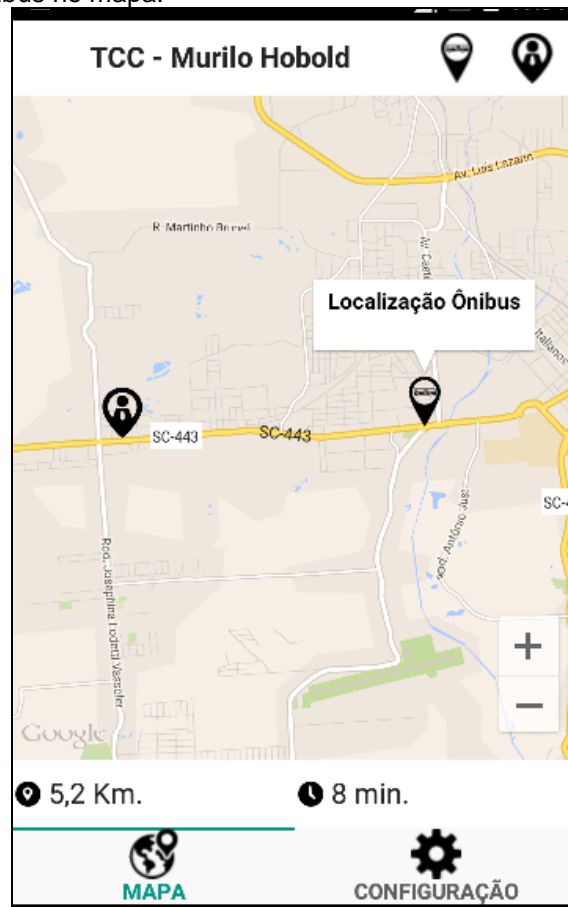
Figura 10 - Mensagem SMS enviada pelo rastreador veicular.



Fonte: Do autor.

Ao receber uma nova SMS do número de telefone (número parametrizado no *Id. Rastreio*, o aplicativo fará a leitura da mesma, identificando assim as coordenadas geográficas do ônibus e então evidenciará no mapa um ícone de um ônibus (mesmo ícone do botão) com as coordenadas da SMS recebida e caso o aplicativo não encontre as coordenadas, será mostrado uma mensagem ao usuário informando o problema. Na figura 11, podemos observar como ficou a aplicação após feito o processo acima.

Figura 11 - Posição do ônibus no mapa.



Fonte: Do autor.

Após desenvolvimento dos botões de localização de usuário e localização do ônibus, foi feita uma função para mostrar a distância e o tempo estimado de chegada do ônibus. Para que isto aconteça o aplicativo precisa obter ambas as coordenadas, tanto do usuário quanto do ônibus.

Como dito anteriormente foi utilizados alguns tutoriais no projeto, para calcular a distancia entre um ponto e outro, utilizou-se como base o algoritmo do autor Santos (2014). Este algoritmo utiliza as informações de coordenadas e traz o valor no campo de leitura destinado a distância.

Após descobrir a distância entre as coordenadas foi calculado o tempo estimado de chegada do ônibus, portanto, foi feita uma função para resolver este calculo, como mencionado anteriormente, na tela de *Configuração* foi parametrizado um campo de velocidade média, para que o usuário possa deduzir a mesma, portanto, a partir dai o aplicativo já possui os valores de distância e velocidade, colocando ambos na formula codificada na figura 12, foi estimado um tempo de chegada do ônibus até a coordenada geográfica do usuário.

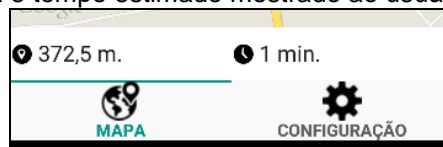
Figura 12 - Função para obter o tempo de estimada do ônibus até o usuário.

```
function TFMnPrinc.CalcTempoChegada(dMetros, dVeloci : Double) : double;
begin
    Result := Arredonda(((dMetros / (dVeloci/3.6))/60), 0);
end;
```

Fonte: Do autor.

Na figura 13, podemos ver a informação mostrada ao usuário de distância e tempo estimado de chegada do ônibus.

Figura 13 - Valores de distância e tempo estimado mostrado ao usuário.



Fonte: Do autor.

## 7.2 TESTES E RESULTADOS

Para poder realizar os teste na aplicação, após todo o desenvolvimento ter ficado pronto, foi instalado o aplicativo diretamente no smartphone do próprio acadêmico, smartphone este da marca Samsung, modelo Moto G, com Android versão 5.0 instalado e possui GPS integrado.

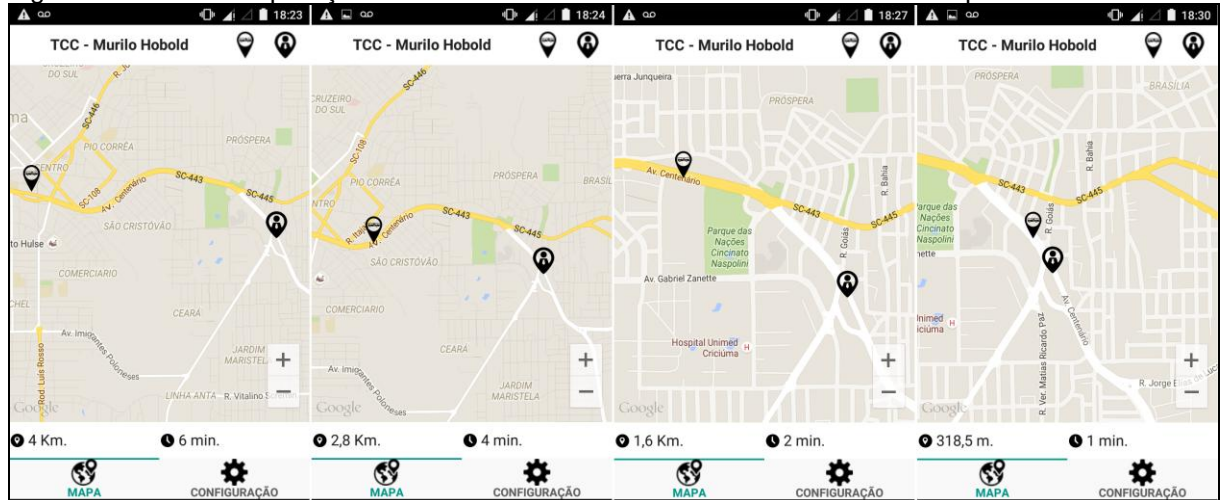
O rastreador veicular, o qual foi mencionado nos capítulos anteriores, foi deixado em um lugar estratégico dentro do ônibus, e como fonte de alimentação, foi utilizada a bateria interna do mesmo. Para poder enviar e receber SMS, foi também cadastrada uma linha telefônica de uma operadora de celular, em um chip SIM integrado junto ao aparelho, podendo assim rastreador o ônibus desejado.

Quinta-feira, dia 24 de setembro de 2015, foram feitos três testes reais do aplicativo nas linhas de ônibus de Criciúma abaixo:

- a) Terminal Central X Terminal Prospera;
- b) Terminal Central X Terminal Pinheirinho;
- c) Terminal Pinheiro X Bairro São Defende.

Na rota Terminal Central X Terminal Prospera, foi identificado que, inicialmente a distância era de 4 quilômetros (km) e o tempo estimado de aproximadamente 6 minutos (min.), e assim que o ônibus foi se aproximando, conseqüentemente a distância e o tempo estimado também, na figura 14 pode-se identificar o que foi descrito.

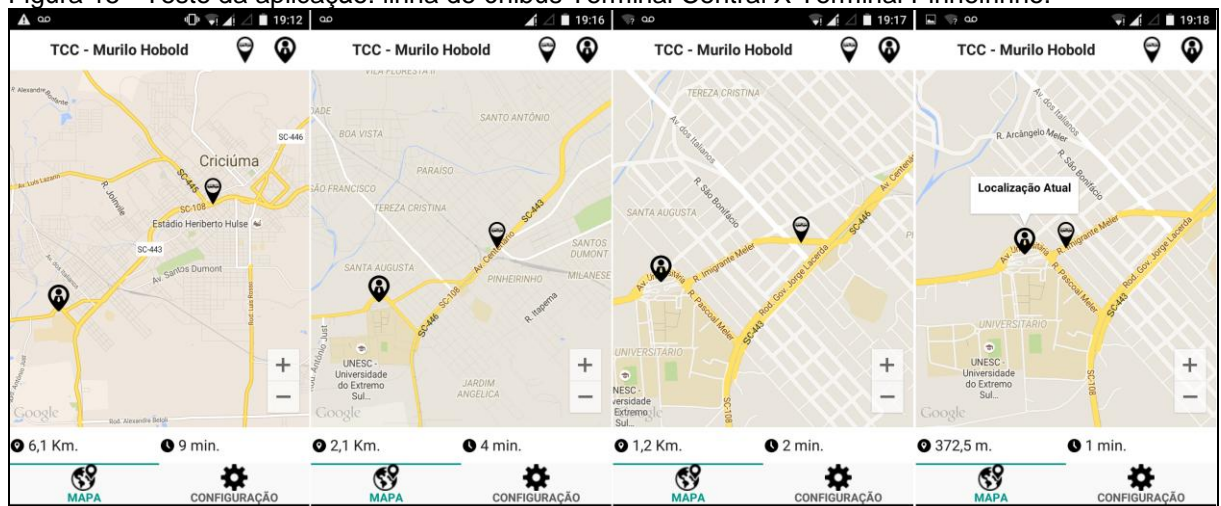
Figura 14 - Teste da aplicação: linha de ônibus Terminal Central X Terminal Prospera.



Fonte: Do autor.

Na rota Terminal Central X Terminal Pinheirinho, foi utilizado o mesmo processo de teste, porém foi identificado que o sinal de telefone desta rota é bem inferior a rota anterior, havendo assim atrasos anormais no recebimento das SMS no aplicativo. Embora havendo atrasos o processo ocorreu como previsto, ou seja, o aplicativo nos trouxe uma distância inicial de 6,1 km e um tempo estimado de 9 min. e como ilustrado nas imagem 15, o ônibus chegou bem próximo da previsão estimada.

Figura 15 - Teste da aplicação: linha de ônibus Terminal Central X Terminal Pinheirinho.

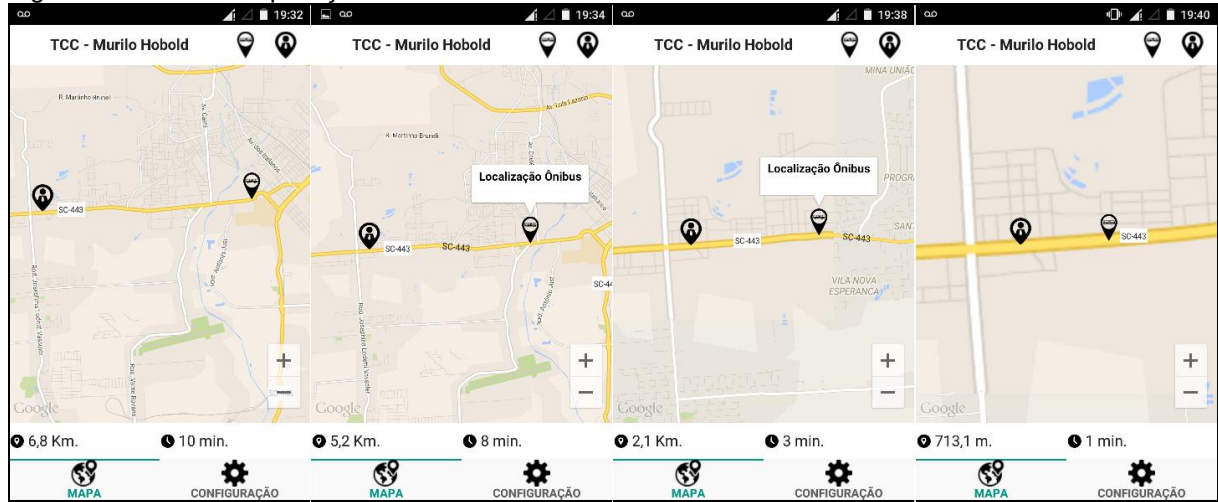


Fonte: Do autor.

Na rota Terminal Pinheiro X Bairro São Defende, foi utilizado o mesmo processo de teste dos demais, inicialmente a distância era de 6,8 quilômetros (km) e

o tempo estimado de aproximadamente 10 minutos (min.) e assim que o ônibus foi se aproximando, a distância e o tempo estimado foram diminuindo, como pode ser observado na figura 16.

Figura 16 - Teste da aplicação: linha de ônibus Terminal Pinheiro X Bairro São Defende.



Fonte: Do autor.

Com os resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível iniciar, desenvolver e finalizar um protótipo para localizar o meio de transporte público por ônibus, através de um dispositivo móvel com a plataforma Android.

A aplicação desenvolvida é de fácil utilização do ponto de vista do usuário, simples e objetiva com relação as informações esperadas, isto é, trazendo a localização do ônibus, e ao mesmo tempo inovadora, podendo ser utilizada e implantada ao transporte público mediante algumas melhorias.

Este projeto de pesquisa também proporcionou o aprimoramento do conhecimento com relação ao desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, principalmente os que utilizam a plataforma Android.

## 8 CONCLUSÃO

Com o avanço das tecnologias voltadas para os dispositivos móveis tornou-se possível a participação do mesmo em varias atividades cotidianas da vida das pessoas. O instrumento inicialmente utilizado somente para um determinado fim, hoje através de tecnologias como o Android, é frequentemente utilizado não só para efetuar ligações, mas para coordenar e organizar muitas tarefas. Sendo assim, o Android permite que desenvolvedores possam criar aplicações com as mais variadas finalidades, a fim de facilitar a vida dos usuários.

Diante do exposto optou-se por criar uma aplicação para facilitar a utilização do transporte público coletivo por ônibus, utilizando o sistema operacional Android, pois com base no levantamento de dados, é a tecnologia móvel mais utilizada no mundo, de fácil acesso e gratuita.

Para que fosse possível a conclusão desta pesquisa e alcançar o objetivo desejado, foram definidos alguns objetivos específicos, desta forma foi necessário estudar sobre a história e evolução do transporte público bem como compreender o sistema existente e aplicado atualmente. Além disso também foi necessário compreender melhor o funcionamento do sistema operacional Android e a linguagem de desenvolvimento utilizada, neste caso o Delphi RAD Studio XE 8. Também foi necessário estudar sobre geoprocessamento, uma vez que o aplicativo utiliza-se das coordenadas geográficas para localização do ônibus. E por fim também de forma breve foram levantadas algumas informações sobre a tecnologia GSM.

Além do estudo concluído sobre as tecnologias utilizadas, também foi obtida a compreensão sobre as funcionalidades de uma ferramenta externa, o rastreador veicular, adquirida para que fosse possível obter as coordenadas geográficas do ônibus.

Todo o estudo realizado seja ele através do levantamento bibliográfico e visualização de tutoriais foram necessários para implementação do protótipo, desta forma é possível afirmar que os objetivos específicos foram alcançados.

Durante a realização do projeto foram encontradas algumas dificuldades, a principal foi a escolha e a compreensão da plataforma de desenvolvimento Delphi RAD Studio XE 8. Outra dificuldade foi habilitar a credencial de acesso a API do Google Maps na aplicação, para que fosse possível a utilização de mapas dentro do

protótipo. Ambas as dificuldades foram superadas através de pesquisas mais aprofundadas em sites e livros de desenvolvedores.

Os resultados obtidos neste projeto proporcionaram o desenvolvimento de um protótipo de aplicação móvel que permite ao usuário do transporte coletivo, localizar o ônibus obtendo sua localização no mapa, bem como a informação da distância e tempo estimado de chegada até ele.

A partir deste protótipo é possível a implementação da mesmo no sistema de transporte coletivo atual, mediante algumas melhorias, facilitando assim a vida dos usuários, visando melhorar a utilização deste tipo de transporte e conseqüentemente a circulação de pessoas e o trânsito.

Como projeto futuros, a partir desta pesquisa podem ser realizados outros trabalhos como:

- a) utilização de um servidor na nuvem como forma de comunicação com o ônibus;
- b) desenvolvimento do aplicativo para outros sistemas operacionais como o iOS e o Windows Phone;
- c) desenvolvimento do aplicativo sem o uso da SMS.

## REFERÊNCIAS

- ANDROID. **Introduction to Android**. 2015. Disponível em: <<http://developer.android.com/guide/index.html>>. Acesso em: 12 out. 2015.
- ARAÚJO, Marley Rosana Melo de. **Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida**. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-71822011000300015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-71822011000300015)>. Acesso em: 12 out. 2014.
- BASTOS, Carlos; ARCOVERDE, Euclides; BARRETO, Rafael. **O que é processamento digital de imagens?** 2010. Disponível em: <<http://techne.cesar.org.br/o-que-e-processamento-digital-de-imagens/>>. Acesso em: 14 set. 2014.
- BERNARDI, José Vicente Elias; LANDIM, Paulo M. Barbosa. Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados. **DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático**, v. 10, n. 31, p. 2002, 2002.
- BRANCO, Adriano Murgel. **A evolução dos transportes públicos de superfície I**. 2011. Disponível em: <<http://www.adrianobranco.eng.br/2011/12/09/a-evolucao-dos-transportes-publicos-de-superficie-i/>>. Acesso em: 21 set. 2014.
- BRASIL. Assembleia Legislativa. Lei nº 12.587 nº 1, de 3 de janeiro de 2012. **Diretrizes da política nacional de mobilidade urbana**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm)>. Acesso em: 13 set. 2014.
- BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. Lei no 9.503 nº 26, de 23 de setembro de 1997. **Código de Trânsito Brasileiro**. 4. ed. Brasília, DF
- BRASIL. Presidência da República. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, nº 30. Brasília, DF de 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm)>. Acesso em: 25 out. 2014.
- BRUNS, Carlos B. et al **Trânsito, cidadania e meio ambiente**. 2006. Disponível em: <[http://www.educacaotransito.pr.gov.br/arquivos/File/Comunidade/Educar para o Transito.pdf](http://www.educacaotransito.pr.gov.br/arquivos/File/Comunidade/Educar%20para%20o%20Transito.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2014.
- CÂMARA, Gilberto et al **Análise espacial e geoprocessamento**. 2002. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2014.
- CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. **Introdução ao geoprocessamento**. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPECIAIS–INPE. Fundamentos de Geoprocessamento. São José dos Campos, p. 1-5, 2001.
- CAMPOS, Daniel Ataíde Leite. **SISTEMA DE ALARME DE INTRUSÃO UTILIZANDO O SMS**. 2010. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia

de Computação, Centro Universitário de Brasília – UNICEUB, FATECS – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicada, Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.repositorio.uniceub.br/bitstream/123456789/3128/2/20167996.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2015.

CANALLE, Anderson Luis. **Empregando tecnologia Java, Android e Geoprocessamento em aplicativos móveis**. 2011. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia Java, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

CESANI, Eric; DRANKA, Lucas. **Diretrizes para desenvolvimento de Aplicativo GPS em dispositivos móveis para ciclistas de Curitiba**. 2012. Disponível em: <<http://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/131/97>>. Acesso em 17 nov. 2014.

CIDRAL, Beline. **Afinal, o que é Android?** 2012. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2011/01/afinal-o-que-e-android.html>>. Acesso em: 16 nov. 2014.

CINTRA, Marcos. **A crise do trânsito em São Paulo e seus custos**. 2013. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/viewFile/20728/19462>>. Acesso em: 08 set. 2014.

CURTARELLI, M. P.; ARNESEN, A. S.; VASCONCELOS, L. R. C. **Análise do Potencial Hidrelétrico Aproveitável de uma Bacia Hidrográfica por meio de Técnicas de Geoprocessamento**. In: XIX simpósio brasileiro de recursos hídricos, 2011, Maceió, AL. Anais... 2011.

DEITAL, Paul. **Android para programadores: uma abordagem baseada em aplicativos** / Paul Deital, Harvey Deital, Abbey Deital; tradução: João Eduardo Nóbrega Tortello; revisão técnica: Daniel Antonio Callegari. - 2 ed. - Porto Alegre: Bookman, 2015.

DIAZ, Christian Anderson. **Transporte público urbano... parte 02. história e evolução**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAem3EAG/transporte-publico-urbano-parte-02-hitoria-evolucao>>. Acesso em: 21 set. 2014.

DOMINGUES, Alexandre Batista. **A Evolução da Comunicação Celular**. 2006. Disponível em: <[http://www.projetederedes.com.br/artigos/artigo\\_tecnologias\\_celulares.php](http://www.projetederedes.com.br/artigos/artigo_tecnologias_celulares.php)>. Acesso em: 17 out. 2015.

DOMINGUES, Cristiane Vaz; FRANÇOSO, Maria Teresa. **Aplicação de geoprocessamento no processo de modernização da gestão municipal**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 1, n. 60, 2009.

DUARTE, William. **Delphi para Android e iOS: Desenvolvendo Aplicativos Móveis**. Rio de Janeiro: Brasport, 2015. 216 f.

DUSSAUX, Gautier et al **Tecnologias de Rede em Telefonia Móvel**. 2010. Disponível em: <[http://www.gta.ufrj.br/grad/10\\_1/movel/evolucao.html](http://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/movel/evolucao.html)>. Acesso em: 17 out. 2015.

EUZÉBIO, Rachel Mortarie Gilson Luiz. **O custo do caos - Prejuízo ao bolso e ao meio ambiente - idades não suportam mais o crescimento da frota de veículos**: O custo do caos. 2009. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1252:reportagens-materias&Itemid=39](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1252:reportagens-materias&Itemid=39)>. Acesso em: 08 set. 2014.

EXAME, Revista. **Internet móvel vai crescer 39 vezes no Brasil até 2015**. 2011. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/internet-movel-vai-crescer-39-vezes-no-brasil-ate-2015>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto; TORRES, Isaac Guillermo Espinosa. **Transporte público urbano**. 2. ed. São Carlos: Rima, 2004. 428 p.

FIGUEIREDO, Carlos Maurício Seródio; NAKAMURA, Eduardo Freire. **Computação Móvel: Novas Oportunidades e Novos Desafios**. 2003. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/profile/Eduardo\\_Nakamura2/publication/268435975\\_Computao\\_Mvel\\_Novas\\_Oportunidades\\_e\\_Novos\\_Desafios\\_COMPUTAO\\_MVEL\\_NOVAS\\_OPORTUNIDADES\\_E\\_NOVOS\\_DESAFIOS/links/55004c230cf28e4ac347f396.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Nakamura2/publication/268435975_Computao_Mvel_Novas_Oportunidades_e_Novos_Desafios_COMPUTAO_MVEL_NOVAS_OPORTUNIDADES_E_NOVOS_DESAFIOS/links/55004c230cf28e4ac347f396.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2015.

FIORIO, Peterson Ricardo. **Geoprocessamento**. Disponível em: <[http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Topo/leb450/Fiorio/zddd\\_Arquivos\\_Antigos\\_Peterson/Aula\\_1\\_Geoprocessamento.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Topo/leb450/Fiorio/zddd_Arquivos_Antigos_Peterson/Aula_1_Geoprocessamento.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2014.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

GIL, Antonio. **Negócios na palma da mão**: Com tantos consumidores conectados, já é possível dar um passo além e aproveitar de forma integral as potencialidades digitais na sua empresa.. Disponível em: <<http://www.endeavor.org.br/artigos/operacoes/tecnologia-telecom-mobile/negocios-moveis>>. Acesso em: 20 set. 2014.

GILLESPIE, T. W.; CHU, J.; FRANKENBERG, E.; THOMAS, D; Assessment and prediction of natural hazards from satellite imagery. *Progress in Physical Geography*, v. 31, n. 5, p. 459 - 70, 2007.

GOMES, Ivanir dos Santos. **SISTEMA DE ALERTA POR SMS E EMAIL**. 2014. 136 f. TCC (Graduação) - Curso de Informática de Gestão, Departamento de Ciências Econômicas e Empresariais, Universidade do Mindelo, Mindelo, 2014. Disponível em: <[http://193.136.21.50/bitstream/10961/3644/1/Gomes 2014. Sistema de alerta por sms e e-mail.pdf](http://193.136.21.50/bitstream/10961/3644/1/Gomes%202014.%20Sistema%20de%20alerta%20por%20sms%20e%20e-mail.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2015.

GUIA DE DIREITOS. **Metrô**. 2014b. Disponível em: <[http://www.guiadedireitos.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1277:metro&catid=241:metro&Itemid=301](http://www.guiadedireitos.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1277:metro&catid=241:metro&Itemid=301)>. Acesso em: 12 out. 2014.

GUIA DE DIREITOS. **Ônibus Municipais**. 2014d. Disponível em: <[http://www.guiadedireitos.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1250:onibus-municipais&catid=238:onibus-municipais&Itemid=294](http://www.guiadedireitos.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1250:onibus-municipais&catid=238:onibus-municipais&Itemid=294)>. Acesso em: 12 out. 2014.

GUIA DE DIREITOS. **Transporte público coletivo**. 2014a. Disponível em: <[http://www.guiadedireitos.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1248&Itemid=292](http://www.guiadedireitos.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1248&Itemid=292)>. Acesso em: 12 out. 2014.

GUIA DE DIREITOS. **Trem**. 2014c. Disponível em: <[http://www.guiadedireitos.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1288:trem&catid=242:trem&Itemid=307](http://www.guiadedireitos.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1288:trem&catid=242:trem&Itemid=307)>. Acesso em: 12 out. 2014.

JAVA. **JavaHelp 2.0**. 2004. Disponível em: <<http://download.java.net/javadesktop/javahelp/jhug.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2014.

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

LOJAMUNDI. **Rastreador Veicular GPS TLT-2HU**. Disponível em: <[http://www.lojamundi.com.br/rastreador-veicular-tilt-2hu-gps.html#.VhA0b\\_IViko](http://www.lojamundi.com.br/rastreador-veicular-tilt-2hu-gps.html#.VhA0b_IViko)>. Acesso em: 03 out. 2015.

LOUREIRO, Tiago Queiroz. **Desenvolvimento de aplicativos móveis com o uso da tecnologia Android e geoprocessamento**. 2013. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA, Assis, 2013. Disponível em: <<http://fema.edu.br/images/arqTccs/0811270403.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2014.

LUCIO, Diego Rafael. **Um aplicativo para dispositivos móveis voltado para usuários de transporte público**. 2011. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Sistemas Para Internet, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/247/1/CM\\_COINT\\_2011\\_2\\_03.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/247/1/CM_COINT_2011_2_03.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2014.

MARQUES, Richarde. **Sistemas de informações geográficas: história e definições**. 2014. Disponível em: <<http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/disciplinas/sig/aula1.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2014.

MARSHABLE. **The 10 Most Frequently Used Smartphone Apps**. 2014. Disponível em: <<http://mashable.com/2013/08/05/most-used-smartphone-apps/>>. Acesso em: 06 nov. 2014

MARTINS, Leandro. **Frota de veículos nas capitais quase dobra em 10 anos: O crescimento médio no número de veículos entre 2001 e 2011 foi de 77%**. 2012. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/economia/frota-de-veiculos-nas-capitais-quase-dobra-em-10-anos>>. Acesso em: 06 set. 2014.

MARTINS, Rafael J. W. de A. **Desenvolvimento de aplicativo para smartphone com a plataforma android.** 2009. 50 p. Graduação em Engenharia de Computação - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.

MEDEIROS, Anderson Maciel Lima de. **Artigos sobre conceitos em geoprocessamento.** 2012. Disponível em: <<http://www.saude.sp.gov.br/resources/sucen/homepage/downloads/geoprocessamento/e-book-artigos-sobre-conceitos-em-geoprocessamento-anderson-medeiros.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

MELO, Márcio J. V. Saraiva de. **A cidade e o tráfego: uma abordagem estratégica.** Recife: UFPE, 2000.

MENDES, Carla Solange de Almeida. **Estudo dos fatores motivacionais para motoristas de ônibus e microônibus em empresas de transporte urbano de passageiros nos municípios de niterói e são gonçalo.** 2009. Disponível em: <[http://www.bdttd.ndc.uff.br/tde\\_arquivos/14/TDE-2010-06-16T110944Z-2558/Publico/Dissertacao Carla Mendes.pdf](http://www.bdttd.ndc.uff.br/tde_arquivos/14/TDE-2010-06-16T110944Z-2558/Publico/Dissertacao%20Carla%20Mendes.pdf)>. Acesso em: 26 out. 2014.

MERCADO, Rakelly Giacomo. **Acessibilidade e mobilidade de cadeirantes no transporte público urbano de maringá.** 2008. Disponível em: <<http://www.peu.uem.br/Discertacoes/Rakelly.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2014.

MILANI, André. **Programando para iPhone e iPad: Aprenda a construir aplicativos para o iOS.** Novatec Editora, 2012.

MILLER, Harvey J.; SHAW, Shih-Lung. **Geographic information systems for transportation: principles and applications.** Oxford University Press, 2001.

MOBILE EXPERT. **Android supera Apple iOS em número de aplicativos.** Disponível em: <<http://mobilexpert.com.br/mercado-telecom/materias/9415/android-supera-apple-ios-em-numero-de-aplicativos>>. Acesso em: 06 nov. 2014

MONACO, Thiago; DO CARMO, Rodolpho Marques. **Desenvolvendo aplicações para Windows Phone.** Brasport, 2012.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano.** 2. ed. Belo Horizonte: da Autora, 2005. 294 p.

NCGIA 1989. "The Research Plan for the NCGIA", International Journal of Geographic Information Systems, vol. 3, no.2, pp. 117-136, 1989.

OLIVEIRA, Cristina de Chan de. **Estudo sobre a utilização de mapas em Android para itinerários de ônibus.** 2012. 46 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Tecnologia Java, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, 2012.

Portal Brasil. **Pesquisa do Ipea diz que gasto do brasileiro com transporte é igual a despesa com alimentação.** 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/01/pesquisa-do-ipea-diz-que-gasto-do-brasileiro-com-transporte-e-igual-a-despesa-com-alimentacao>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

REVISTA VEJA. Em profundidade trânsito. **O impacto do caos nas ruas**. Editora Abril. S.A. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/transito/contexto1.html>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

RIBEIRO, Osvaldo Santana. **Qualidade do transporte público urbano do sistema integrado de transporte (sit) na uefs, sob ótica dos estudantes universitários**. 2009. Disponível em: <[http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/OSVALDO\\_SANTANA\\_RIBEIRO.pdf](http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/OSVALDO_SANTANA_RIBEIRO.pdf)>. Acesso em: 2 nov. 2014.

RODRIGUES, André Carrasco. **Estudo do sistema de posicionamento global (GPS)**. 2011. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Cap. 2.

RODRIGUES, Mauricio Lomeu. **Sistema de informação ao usuário previsibilidade de chegada dos ônibus do transporte público de belo horizonte - Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://run.unl.pt/bitstream/10362/12098/1/TSIG0092.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2014.

ROLNIK, Raquel; KLINTOWITZ, Danielle. **(I)Mobilidade na cidade de São Paulo**. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142011000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142011000100007&script=sci_arttext)>. Acesso em: 12 set. 2014.

ROMEIRO, Bruna Georgina Bunzen de Albuquerque. **Desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis na plataforma j2me**. 2005. Disponível em: <<http://tcc.ecomp.poli.br/BrunaRomeiro.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

SANTANA, Otávio Gonçalves de. **Dispositivos móveis e telefonia para 2011**. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/dispositivos-moveis-e-telefonia-para-2011/21157>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

SANTOS, Adriano. **Quick Post: Como saber a distância entre dois pontos no mapa?**. 2014. Disponível em: <<http://www.tdevrocks.com.br/2014/09/26/quick-post-como-saber-a-distancia-entre-dois-pontos-no-mapa/>>. Acesso em: 09 out. 2015.

SANTOS, Adriano. **MAPVIEW: UTILIZANDO MAPAS NO IOS E ANDROID COM DELPHI OU C++ XE8**. 2015. Disponível em: <<http://www.tdevrocks.com.br/2015/08/14/mapview-utilizando-mapas-no-ios-e-android-com-delphi-ou-c-xe8/>>. Acesso em: 03 out. 2015.

SANTOS, Benjamim Jorge Rodrigues do. **A qualidade no serviço de transporte público urbano**. 2005. Disponível em: <[http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/Benjamim\\_Jorge\\_R.pdf](http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/Benjamim_Jorge_R.pdf)>. Acesso em: 09 out. 2014.

SANTOS, Jefferson Silva. **DETECTOR DE VAZAMENTO DE GÁS COM AVISO POR SMS**. 2012. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia da Computação, Centro Universitário de Brasília, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/3697/2/Monografia\\_JEFFERSON\\_SANTOS\\_2-2012.pdf](http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/3697/2/Monografia_JEFFERSON_SANTOS_2-2012.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2015.

SCHEIN, Augusto Leonardo. **Sistema de Informação ao usuário como estratégia de fidelização e atração**. 2003. Disponível em: <<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/augustoleonardoschein.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2014.

SILVA, Danyela Moraes. **Sistemas inteligentes no transporte coletivo público por ônibus**. 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3134/000287914.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

SILVEIRA, Carlos Renan. **GSM: Terceira Geração de Telecomunicações**. 2003. Disponível em: <<http://www-usr.inf.ufsm.br/~silveira/trabalhos/gsm/GSM.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2015.

SILVEIRA, Stefanie. **Número de brasileiros que usa internet pelo celular cresce 106% em dois anos, diz pesquisa**. 2014. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/tec/2014/06/1476690-numero-de-brasileiros-que-usa-a-internet-pelo-celular-mais-que-dobra-em-dois-anos-diz-pesquisa.shtml>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

SOARES FILHO, Britaldo Silveira. **Cartografia assistida por computador - conceitos e métodos**. 2000. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/cartodigital.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2014.

SPTTrans. **Cronologia do transporte coletivo em São Paulo**. 2014a. Disponível em: <[http://www.sptrans.com.br/museu/Cronologia\\_Transporte.pdf](http://www.sptrans.com.br/museu/Cronologia_Transporte.pdf)>. Acesso em: 12 out. 2014.

SPTRANS. **Terminais, paradas e corredores**. 2014b. Disponível em: <<http://www.sptrans.com.br/terminais/>>. Acesso em: 27 out. 2014.

SVERZUT, José Umberto. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS: Evolução a caminho da terceira geração (3g)**. São Paulo: Érica, 2005.

TOLENTINO, Nereide. **O que é Trânsito?** 2006. Disponível em: <<http://www.educacaotransito.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=84>>. Acesso em: 06 set. 2014.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **A Cidade, o transporte e o trânsito**. São Paulo: Prolivros, 2005. 127 p.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: Annablume, 2000. 284 p.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcantra. **Transporte urbano, espaço e equidade: Análise das políticas públicas**. São Paulo: Annablume, 2001. 218 p.

VASCONCELOS, Julio Cesar Chueco et al **Sinalização viária de trânsito: Um estudo sobre seus reflexos no cruzamento da rua Apinajés x Rua Piracuama na cidade de São Paulo**: Tema: Tráfego e Trânsito. Disponível em:

<[http://www.fatecguaratingueta.edu.br/fateclog/artigos/Artigo\\_20.pdf](http://www.fatecguaratingueta.edu.br/fateclog/artigos/Artigo_20.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2014.

VINHOLES, Thiago. **Frota brasileira chega a 40 milhões de veículos:** Segundo balanço do Sindipeças, existe um veículo para cada cinco habitantes no Brasil. 2014. Disponível em: <<http://carros.ig.com.br/noticias/frota+brasileira+chega+a+40+milhoes+de+veiculos/7482.html>>. Acesso em: 07 set. 2014.

**APÉNDICE(S)**

## Solução de Geoprocessamento Aplicado a Localização de Transporte Público Através de Dispositivo Móvel

Murilo Hobold Dal Magro<sup>1</sup>, Gustavo Bisognin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Av. Universitária, 1105 - Bairro Universitário – Criciúma – SC – Brasil

<sup>2</sup>Professor do Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Av. Universitária, 1105 - Bairro Universitário – Criciúma – SC – Brasil

[murilo.hobold13@gmail.com](mailto:murilo.hobold13@gmail.com), [gbisog@gmail.com](mailto:gbisog@gmail.com)

**Abstract.** *Mobile device became accessible to most people , so today the advancement of technology related to mobile devices, made it not only a means of communication but also an aid object in various tasks. This evolution has allowed software developers to create new applications for various purposes. In view of the growing traffic congestion , public transport has become an escape valve , it is based on this idea this study presents the prototype of an application that allows users of public transport to access the location of bus real time. For this it was necessary to conduct a study on software development for the Android platform , coupled with geoprocessing . In addition there was also need to understand the use of tools such as GPS and GSM.*

**Resumo.** *Os dispositivo móveis tornaram-se acessíveis a maioria da população, assim hoje em dia o avanço das tecnologias relativas a dispositivos móveis, tornaram o mesmo não somente um meio de comunicação, mas também um objeto de auxilio em várias tarefas. Esta evolução tem permitido aos desenvolvedores de softwares a criação de novos aplicativos para várias finalidades. Tendo em vista o crescimento dos congestionamentos de trânsito, o transporte público tem se tornado uma válvula de escape, baseado-se nesta ideia o presente estudo apresenta o protótipo de um aplicativo que permita que os usuários do transporte público tenham acesso a localização do ônibus em tempo real. Para isto foi necessário realizar um estudo sobre desenvolvimento de softwares para a plataforma Android, aliada ao geoprocessamento. Além disso também houve necessidade de compreender a utilização de ferramentas como o GPS e GSM.*

## 1. METOLOGIA

Este estudo deu-se basicamente através de livros e tutoriais, dos quais se destacam o livro de Duarte (2015) e o tutorial de Santos (2015), também foi a partir dos mesmos que iniciou-se a implementação e o desenvolvimento do protótipo.

Em uma breve descrição, o aplicativo desenvolvido basicamente permite ao usuário obter a localização exata do ônibus e estimar um tempo de chegada do mesmo.

Para obter sucesso na implementação e desenvolvimento do aplicativo optou-se pela utilização de algumas tecnologias. O aplicativo implementado no presente trabalho foi desenvolvido a partir da plataforma de desenvolvimento Delphi RAD Studio XE 8 aliada ao sistema operacional Android com GPS integrado, utilizando a API do Google Maps e um rastreador veicular GPS modelo TLT-2HU como fontes de informação e auxílio na identificação das rotas. Ainda tratando do funcionamento do aplicativo, a leitura da informação relativa as rotas é feita através de mensagens SMS.

## 2. FERRAMENTAS UTILIZADAS NO PROJETO

Conforme citado acima foi utilizado um rastreador veicular no auxílio de identificação de rotas, este rastreador foi adquirido no inicio do projeto com recursos próprios, abaixo está ilustrado na figura 1 um rastreador idêntico ao utilizado no projeto.



**Figura 1 - Rastreador Veicular TLT-2HU.**

O rastreador veicular modelo TLT-2HU, é um hardware que fica instalado no interior do ônibus. O aparelho é composto por uma bateria interna, um cabo que fica instalado até a parte elétrica do veiculo e um chip de celular que fará a transmissão das mensagens SMS. Segundo a Lojamundi (2015) este aparelho é um transmissor remoto de coordenadas

geográficas (latitude e longitude) com base no GPS, transmitindo assim as coordenadas para o dispositivo móvel solicitado, via mensagens SMS através da rede de celular.

Para dar início ao desenvolvimento da aplicação foi preciso fazer a instalação de alguns softwares, como o Delphi RAD Studio XE 8, que pode ser baixado na versão Trial (versão grátis por 30 dias), direto do site da Embarcadero, empresa fabricante do software: <https://www.embarcadero.com/br/downloads>, juntamente com a instalação do Delphi RAD Studio XE 8, foram selecionadas as opções para instalação de 3 softwares adicionais, o Java Development Kit (JDK), o Software Development Kit (SDK) e o Native Development Kit (NDK).

Para comportar e testar o aplicativo foi utilizado um smartphone fabricado pela empresa Motorola, modelo Moto G, com armazenamento interno de 16 GB. O smartphone roda com sistema operacional Android versão 5.0 e possui GPS integrado.

Com relação a API do *Google Maps*, para que fosse possível a utilização do mesmo, foi solicitada uma credencial através do cadastro de desenvolvedores da Google, disponível no site: <https://console.developers.google.com/>. Através deste cadastro foi gerada e validada uma chave credencial de acesso à API, permitindo assim o uso da API no projeto.

### 3. DESENVOLVIMENTO

Após a instalação e configuração de todas as ferramentas utilizadas, deu-se início ao desenvolvimento do protótipo para localização do transporte público. A figura 2 ilustra a arquitetura do aplicativo e logo após uma breve explicação da mesma.

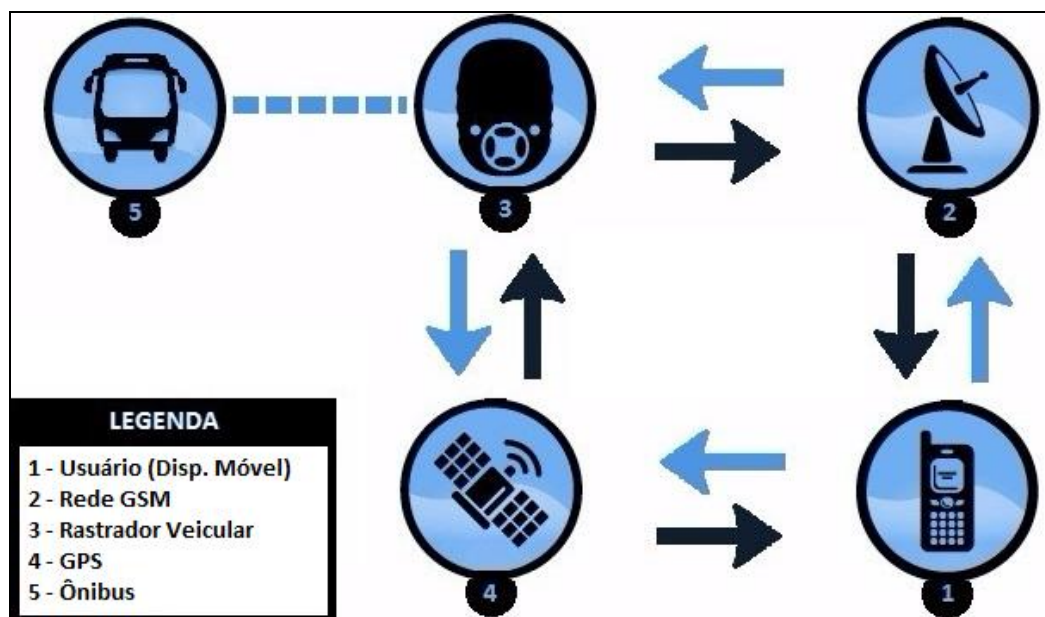
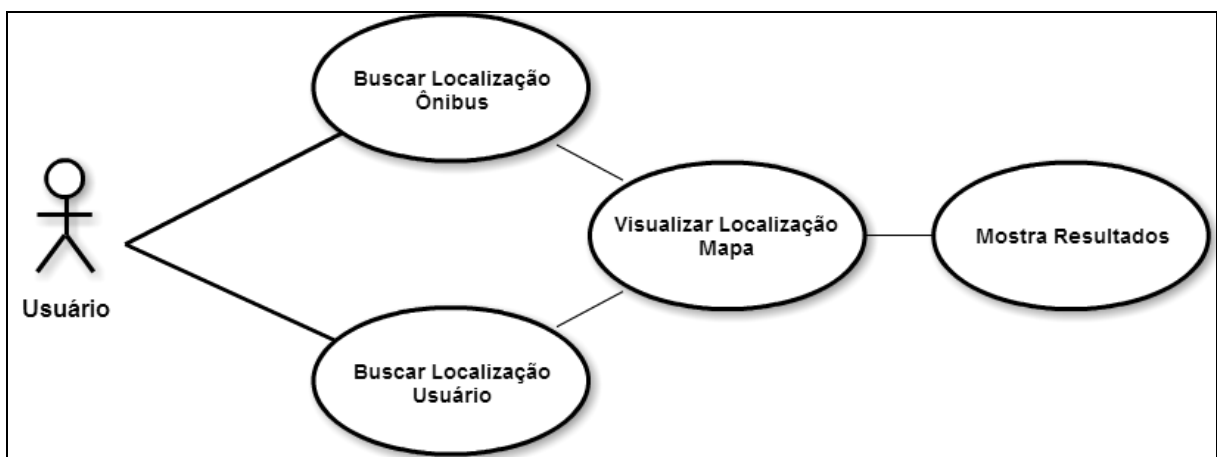


Figura 2 - Arquitetura da aplicação.

Como observado na ilustração da arquitetura do aplicativo, a seguir está descrito o passo a passo a ser seguido pelo aplicativo:

- a) item 1: o celular envia a mensagem SMS para a rede GSM;
- b) item 2: a rede GSM passa informação para o rastreador veicular através da mensagem SMS;
- c) item 3: o rastreador veicular está acoplado ao ônibus;
- d) item 3: o rastreador veicular solicita informações de latitude e longitude ao GPS;
- e) item 4: o GPS emite as coordenadas solicitadas para o rastreador veicular;
- f) item 3: o rastreador veicular envia uma mensagem SMS para o dispositivo móvel através da rede GSM;
- g) item 2: a Rede GSM encaminha a SMS para o dispositivo móvel solicitado.
- h) Item 1: o dispositivo mostra as informações para o usuário;
- i) Item 1: o dispositivo solicita a coordenadas geográficas do mesmo para o GPS;
- j) Item 4: o GPS emite as coordenadas para o dispositivo móvel;
- k) Item 1: o dispositivo mostra as informações para o usuário.

Na figura 3 podemos observar o diagrama de caso de uso, ou seja, a visão do aplicativo do ponto de vista do usuário.



**Figura 3 - Diagrama de caso de uso.**

Após definida a arquitetura do protótipo e do diagrama de caso de uso, o primeiro passo foi efetuar o desenvolvimento dos *layouts* do aplicativo.

O primeiro e principal *layout* nos traz o objeto de estudo deste projeto, isto é, nos traz a informação desejada, a localização do ônibus. Para este *layout* foram definidos alguns componentes como é possível visualizar na figura 4, são eles:

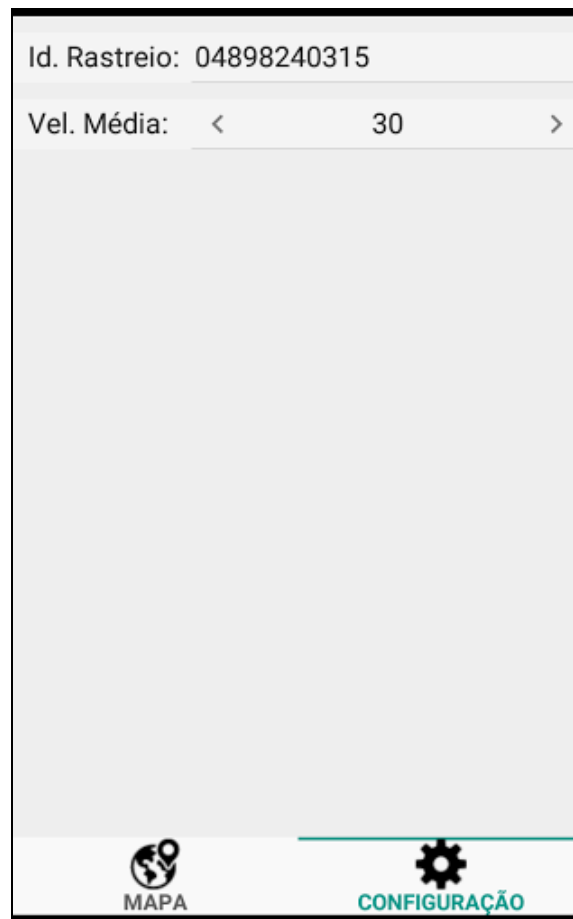
- um botão na parte inferior esquerda da tela denominado *Mapa*, a partir da seleção deste botão é possível acessar aos demais componentes deste *layout*;
- dois botões na parte superior da tela com as funções de selecionar e buscar a localização do ônibus e a localização do próprio celular, isto é do usuário;
- um mapa no centro da tela contendo dois marcadores correspondentes as localizações do ônibus e do usuário;
- dois campos de leitura contendo a informação de distância e tempo estimado entre o ônibus e o usuário.



Figura 4 - *Layout* do aplicativo com legenda explicando os botões e informações.

O segundo *layout* foi desenvolvido para questão de configurações do aplicativo, ou seja, para configuração de variáveis parametrizadas no aplicativo. É possível acessar este

layout através do botão denominado *Configuração* na parte inferior direita da tela. Este layout contém dois campos de texto na parte superior da tela, um deles denominado como *Id. Rastreo*, contém o número do chip instalado dentro do rastreador veicular e outro campo denominado de *Vel. Média*, contendo a informação da velocidade média do ônibus. Ambos os campos podem ser alterados, na figura 5 podemos observar este *layout*.



**Figura 5 - Layout de configuração de variáveis parametrizadas do aplicativo.**

Após a definição dos *layouts* foram delimitadas as funções para cada botão da aplicação. Pode-se afirmar que a partir desta etapa é que de fato deu início a codificação, isto é, a programação, isto porque quando se programa na plataforma Delphi existe a facilidade no desenvolvimento de *layouts*, pois nesta parte a programação acaba por ser interna executada pela própria plataforma, o programador define apenas o alinhamento e a parte visual da implementação.

O primeiro botão codificado foi o botão designado para trazer a localização atual do usuário no mapa. O aplicativo permite esta função a partir da existência do GPS integrado no dispositivo móvel, assim ao clicar no botão de localização do usuário, o aplicativo irá ativar o sensor de localização e a após a aplicação achar as coordenadas de latitude e longitude do

usuário, irá aparecer um ícone de uma pessoa (mesmo ícone do botão) no centro do mapa com o posicionamento global do usuário e caso o aplicativo não encontre as coordenadas, será mostrado uma mensagem ao usuário informando o problema. Na figura 6, podemos observar como ficou a aplicação após feito tal processo.



**Figura 6 - Posição do usuário no mapa.**

Continuando a implementação do aplicativo, o segundo botão codificado, foi o botão designado para trazer a localização atual do ônibus.

A função deste botão é dada da seguinte forma, ao clicar no botão, o aplicativo envia uma mensagem SMS para o rastreador veicular instalado no interior do ônibus, o qual foi mencionado no capítulo anterior.

Para que o aplicativo encaminhe esta SMS, foi utilizada uma API do Android que possui a função de fazer com que o aplicativo se comunique com o dispositivo móvel e reconheça os tipos de dados do Android, além disso foi configurado na programação um código e uma senha padrão, determinados pelo fabricante do rastreador. O rastreador, por sua vez recebe esta SMS contendo o código e a senha padrão por intermédio do chip SIM instalado em seu interior. Este chip por sua vez, como qualquer outro, possui um número,

número este cadastrado e configurado no layout de *Configuração* através do campo *Id. Rastreo*. Na figura 7 segue a codificação do processo do envio da SMS.

```

procedure TFMnPrinc.ActEnvSMSExecute(Sender: TObject);
var
  GerenciadorSMS: JSmsManager;
  sNumero, sMensag, sSenhaPadrao :String;
begin
  sSenhaPadrao := '0000';
  GerenciadorSMS := TJSmsManager.JavaClass.getDefault;
  sNumero := EdtNumOni.Text;
  //--> 666 é o código de rastreamento do aparelho
  sMensag := '666' + sSenhaPadrao;

  GerenciadorSMS.sendTextMessage (StringToJString(sNumero),
    nil, StringToJString(sMensag), nil, nil);
end;

```

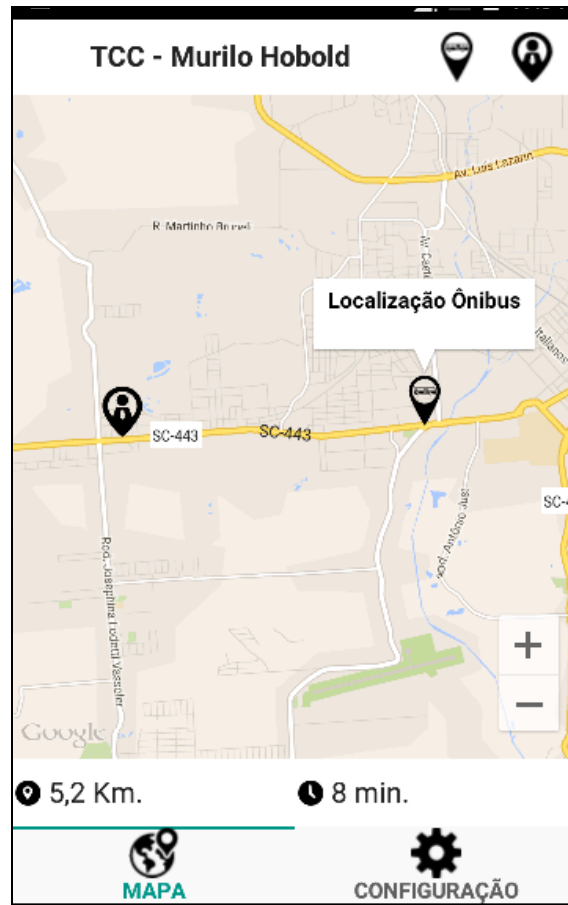
**Figura 7 - Codificação para enviar SMS ao Rastreador Veicular**

O rastreador então recebe a mensagem SMS enviada pelo aplicativo e responde a mesma com as coordenadas de latitude e longitude do veículo, como pode ser observado na figura 8, diretamente do aplicativo de mensagens do Android.



**Figura 8 - Mensagem SMS enviada do rastreador veicular.**

Ao receber uma nova SMS do número de telefone (número parametrizado no *Id. Rastreo*, o aplicativo fará a leitura da mesma, identificando assim as coordenadas geográficas do ônibus e então evidenciará no mapa um ícone de um ônibus (mesmo ícone do botão) com as coordenadas da SMS recebida e caso o aplicativo não encontre as coordenadas, será mostrado uma mensagem ao usuário informando o problema. Na figura 9, podemos observar como ficou a aplicação após feito o processo acima.



**Figura 9 - Posição do ônibus no mapa.**

Após desenvolvimento dos botões de localização de usuário e localização do ônibus, foi feita uma função para mostrar a distância e o tempo estimado de chegada do ônibus. Para que isto aconteça o aplicativo precisa obter ambas as coordenadas, tanto do usuário quanto do ônibus.

Como dito anteriormente foi utilizados alguns tutoriais no projeto, para calcular a distancia entre um ponto e outro, utilizou-se como base o algoritmo do autor Santos (2014). Este algoritmo utiliza as informações de coordenadas e traz o valor no campo de leitura destinado a distância.

Após descobrir a distância entre as coordenadas foi calculado o tempo estimado de chegada do ônibus, portanto, foi feita uma função para resolver este calculo, como mencionado anteriormente, na tela de *Configuração* foi parametrizado um campo de velocidade média, para que o usuário possa deduzir a mesma, portanto, a partir dai o aplicativo já possui os valores de distância e velocidade, colocando ambos na formula codificada na figura 10, foi estimado um tempo de chegada do ônibus até a coordenada geográfica do usuário.

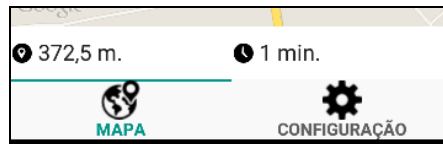
```

function TFMnPrinc.CalcTempoChegada(dMetros, dVeloci : Double) : double;
begin
    Result := Arredonda(((dMetros / (dVeloci/3.6))/60), 0);
end;

```

**Figura 10 - Função para obter o tempo de estimada do ônibus até o usuário.**

Na figura 11, podemos ver a informação mostrada ao usuário de distância e tempo estimado de chegada do ônibus.



**Figura 11 - Valores de distância e tempo estimado mostrado ao usuário.**

## 5. TESTES E RESULTADOS OBTIDOS

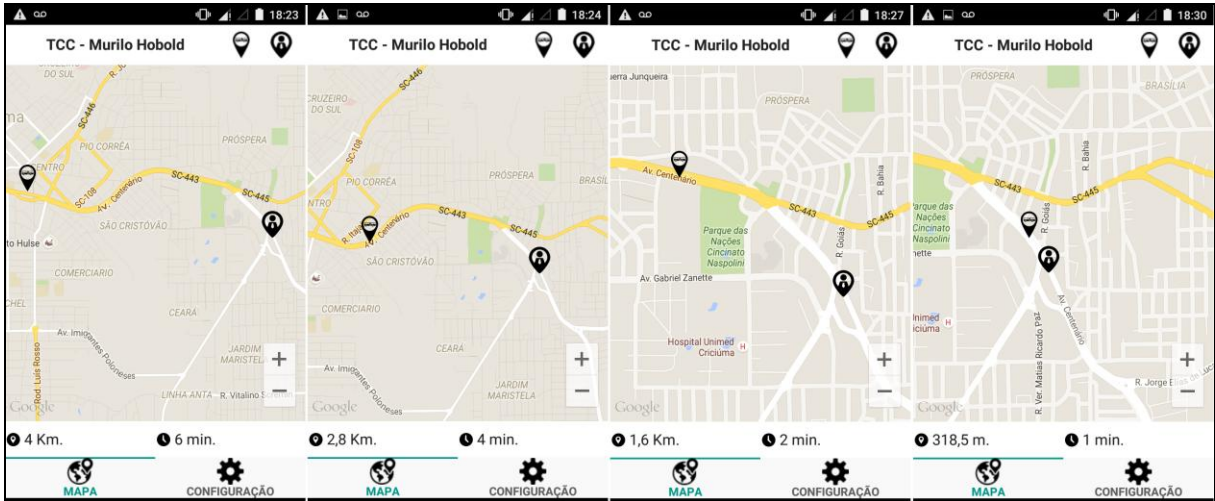
Para poder realizar os teste na aplicação, após todo o desenvolvimento ter ficado pronto, foi instalado o aplicativo diretamente no smartphone do próprio acadêmico, smartphone este da marca Samsung, modelo Moto G, com Android versão 5.0 instalado e possui GPS integrado.

O rastreador veicular, o qual foi mencionado nos capítulos anteriores, foi deixado em um lugar estratégico dentro do ônibus, e como fonte de alimentação, foi utilizada a bateria interna do mesmo. Para poder enviar e receber SMS, foi também cadastrada uma linha telefônica de uma operadora de celular, em um chip SIM integrado junto ao aparelho, podendo assim rastreador o ônibus desejado.

Quinta-feira, dia 24 de setembro de 2015, foram feitos três testes reais do aplicativo nas linhas de ônibus de Criciúma abaixo:

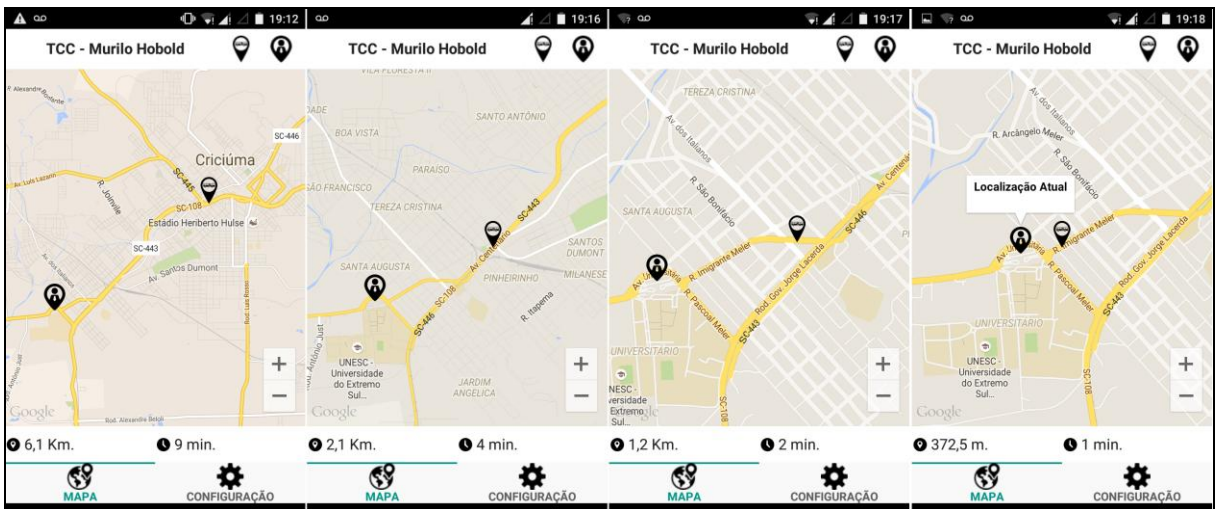
- a) Terminal Central X Terminal Prospera;
- b) Terminal Central X Terminal Pinheirinho;
- c) Terminal Pinheiro X Bairro São Defende.

Na rota Terminal Central X Terminal Prospera, foi identificado que, inicialmente a distância era de 4 quilômetros (km) e o tempo estimado de aproximadamente 6 minutos (min.), e assim que o ônibus foi se aproximando, consequentemente a distância e o tempo estimado também, na figura 14 pode-se identificar o que foi descrito.



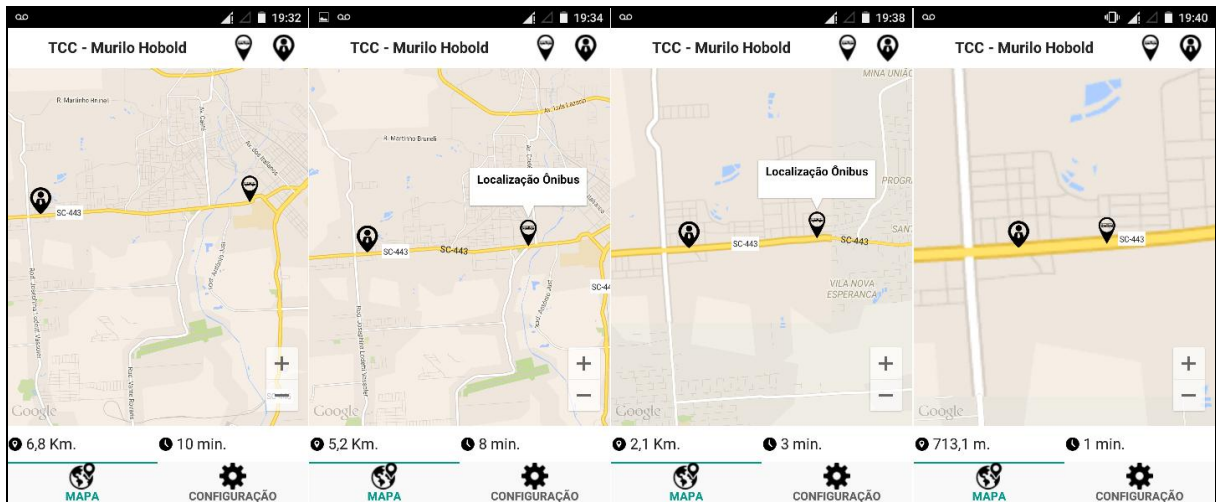
**Figura 12 - Teste: linha de ônibus Terminal Central X Terminal Prospera.**

Na rota Terminal Central X Terminal Pinheirinho, foi utilizado o mesmo processo de teste, porém foi identificado que o sinal de telefone desta rota é bem inferior a rota anterior, havendo assim atrasos anormais no recebimento das SMS no aplicativo. Embora havendo atrasos o processo ocorreu como previsto, ou seja, o aplicativo nos trouxe uma distância inicial de 6,1 km e um tempo estimado de 9 min. e como ilustrado nas imagem 13, o ônibus chegou bem próximo da previsão estimada.



**Figura 13 - Teste: linha de ônibus Terminal Central X Terminal Pinheirinho.**

Na rota Terminal Pinheiro X Bairro São Defende, foi utilizado o mesmo processo de teste dos demais, inicialmente a distância era de 6,8 km e o tempo estimado de aproximadamente 10 min. e assim que o ônibus foi se aproximando, a distância e o tempo estimado foram diminuindo, como pode ser observado na figura 14.



**Figura 14 - Teste: linha de ônibus Terminal Pinheiro X São Defende.**

Com os resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível iniciar, desenvolver e finalizar um protótipo para localizar o meio de transporte público por ônibus, através de um dispositivo móvel com a plataforma Android.

A aplicação desenvolvida é de fácil utilização do ponto de vista do usuário, simples e objetiva com relação as informações esperadas, isto é, trazendo a localização do ônibus, e ao mesmo tempo inovadora, podendo ser utilizada e implantada ao transporte público mediante algumas melhorias.

Este projeto de pesquisa também proporcionou o aprimoramento do conhecimento com relação ao desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, principalmente os que utilizam a plataforma Android.

## 7. REFERENCIAS

DUARTE, William. **Delphi para Android e iOS: Desenvolvendo Aplicativos Móveis**. Rio de Janeiro: Brasport, 2015. 216 f.

SANTOS, Adriano. **Quick Post: Como saber a distância entre dois pontos no mapa?**. 2014. Disponível em: <<http://www.tdevrocks.com.br/2014/09/26/quick-post-como-saber-a-distancia-entre-dois-pontos-no-mapa/>>. Acesso em: 09 out. 2015.

SANTOS, Adriano. **MAPVIEW: UTILIZANDO MAPAS NO IOS E ANDROID COM DELPHI OU C++ XE8**. 2015. Disponível em: <<http://www.tdevrocks.com.br/2015/08/14/mapview-utilizando-mapas-no-ios-e-android-com-delphi-ou-c-xe8/>>. Acesso em: 03 out. 2015.