

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL  
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO  
PÓLO: OLHO D'ÁGUA DAS FLORES

EFRAIN CESAR ARAUJO DOS SANTOS

**PONTO A PONTO: UM APLICATIVO DE RASTREIO E MONITORAMENTO DE  
ÔNIBUS NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE COLETIVO**

MACEIÓ  
2016

EFRAIN CESAR ARAUJO DOS SANTOS

**PONTO A PONTO: UM APLICATIVO DE RASTREIO E MONITORAMENTO DE  
ÔNIBUS NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE COLETIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito parcial para obtenção do grau em Bacharel em  
Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Lucas Benevides V. de Amorim  
Orientador: Prof. Arturo Hernández Domínguez

MACEIÓ  
2016

## Folha de Aprovação

AUTOR: EFRAIN CESAR ARAUJO DOS SANTOS

**PONTO A PONTO: UM APLICATIVO DE RASTREIO E MONITORAMENTO DE ÔNIBUS NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE COLETIVO** / Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, da Universidade Federal de Alagoas, na forma normalizada e de uso obrigatório.

TCC submetido ao corpo docente do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto de Computação da Universidade Federal de Alagoas e aprovado em 28 de jul. 2016

---

Dr. Arturo Hernández Domínguez, UFAL  
Orientador

---

Msc. Lucas Benevides V. de Amorim, UFAL  
Orientador

### **Banca Examinadora:**

---

Dr. Marcus de Melo Braga, UFAL  
Examinador Interno

---

Msc. Willy Carvalho Tiengo, UFAL  
Examinador Interno

A Deus, aos meus pais, meus familiares e minha namorada...  
companheiros de todas as horas...

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Deus todo poderoso que fez os céus e a terra, e me concedeu saber para produção deste trabalho e para absorção dos conteúdos ministrados ao longo do curso.

Aos meus pais, meus maiores incentivadores na busca do conhecimento, pois sem eles como base, nada disto seria possível.

Aos professores Lucas Amorim e Arturo Hernández Domínguez, que me orientaram dando norte às minhas ideias durante a produção desta monografia.

Aos meus familiares que de alguma forma contribuíram me apoiando nos momentos difíceis durante esta jornada, para que eu não abrisse mão desta batalha.

A Mirian Roberta, minha namorada que, com compreensão abriu mão de mim durante o período de construção deste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho aborda a modelagem de um software aplicativo móvel para rastreamento e monitoramento de ônibus nos sistemas de transporte coletivo, sob a ótica da notação UML. A pesquisa pretende levantar, através de enquete, as necessidades relativas aos deslocamentos dos usuários do sistema de transporte coletivo de Maceió e em seguida comparar as funcionalidades oferecidas pelos aplicativos já existentes deste seguimento com os requisitos levantados para o aplicativo que será alvo deste projeto, e então, explorar as carências encontradas, apresentando uma ou mais funcionalidades que não apenas atendam aos requisitos mas que também tragam ao aplicativo um diferencial frente aos seus pares. Este trabalho servirá de base para a implementação do aplicativo aqui apresentado.

**Palavras-chave:** Sistema de transporte coletivo, Transporte de massa, Rastreamento, Software aplicativo móvel.

## **ABSTRACT**

This work presents the modelling of a mobile application software for bus tracking and monitoring in a urban mass transit system, under the UML notation. Through a survey, this research intends to raise users's requirements with regards to their commutes within Maceió's mass transit system, and also compare the functionalities offered by the existing applications in this segment with those raised, in the survey, for the application proposed in this work. Then, it is intended to explore the weaknesses found, proposing one or more functionalities that, not only meet the requirements, but also bring to the application an advantage when compared to its peers. This work will base the implementation of the presented application.

**Key Words:** Public transport system, Mass transit, Tracking, Mobile application software.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.1.	Justificativa .....	9
1.2.	Objetivos.....	9
1.2.1.	Objetivo geral.....	9
1.2.2.	Objetivos específicos.....	10
1.3.	Metodologia .....	10
1.4.	Visão geral do documento .....	10
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO .....</b>	<b>12</b>
2.1.	Transporte urbano coletivo .....	12
2.2.	Tecnologias envolvidas nos Sistemas .....	21
2.2.1.	Hardwares envolvidos nos sistemas .....	22
2.2.2.	Softwares envolvidos nos sistemas .....	28
2.2.2.1.	Sistemas Operacionais.....	29
2.2.2.2.	APIs envolvidas .....	31
2.3.	Aplicativos existentes.....	32
2.3.1.	Comparativo dos principais aplicativos .....	35
<b>3.</b>	<b>MODELAGEM .....</b>	<b>37</b>
3.1.	Levantamento de requisitos .....	39
3.1.1.	Requisitos funcionais .....	40
3.1.2.	Diagrama de Casos de Uso .....	42
3.1.2.1.	Eventos dos casos de uso.....	44
3.1.3.	Requisitos não funcionais .....	56
3.2.	Diagramas de sequência .....	57
3.3.	Diagrama de arquitetura .....	66
3.4.	Diagrama de classes .....	67
3.5.	Prototipação de telas.....	70
3.6.	Diagrama de implantação (Deployment).....	73
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>75</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>79</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes problemáticas da sociedade moderna é como planejar o deslocamento das pessoas em suas cidades, aliado a isto há também a preocupação com o meio ambiente, os governos têm feito acordos e assinado tratados se comprometendo a reduzir a emissão de poluentes em seus países, para por em pratica estes acordos tomam uma série de medidas com resultados a médio e longo prazo.

Tomando como base a preocupação com o meio ambiente, o deslocamento de pessoas tem se mostrado um problema que necessita de medidas imediatas, pois ao se locomoverem cotidianamente uma boa parcela destas pessoas faz uso de transportes particulares, a exemplo do automóvel, congestionando as malhas viárias das cidades e aumentando a emissão de gases poluentes com seus veículos.

Esforços têm sido feitos no sentido de diminuir o impacto causado pelo uso crescente de veículos particulares, como por exemplo, a criação de leis que por vezes restringem o local que um veículo particular pode trafegar, e outras vezes até mesmo impedem o uso de um determinado grupo de veículos, por vez, em determinados dias da semana, a exemplo das leis de rodízio. Estas medidas têm por objetivo incentivar as pessoas a utilizarem mais os serviços de transporte coletivo que, para os especialistas, é o melhor meio de locomoção urbana.

Segundo Ferraz e Torres (2004), o transporte coletivo deve ter a mesma importância de serviços essenciais à qualidade de vida daqueles que moram em grandes centros, tais como saneamento básico e iluminação pública, com isto conclui-se que um serviço de tão grande importância não pode ser tratado de forma secundária.

Partindo da premissa que o transporte coletivo deve ter elevada prioridade, os serviços prestados pelos sistemas de transporte coletivo devem estar em constante aprimoramento oferecendo aos seus usuários meios cada vez mais eficazes pelos quais eles possam; não apenas se deslocarem do ponto A ao ponto B, mas também possam deter o poder de planejar seus deslocamentos.

### **1.1. Justificativa**

Esta pesquisa se justifica frente à necessidade de melhorias voltadas aos sistemas de transporte coletivo existentes nas grandes cidades. Ainda que a proposição do objetivo geral, como será visto na seção 1.2, não seja novidade no mercado de aplicações, o projeto do Aplicativo Ponto a Ponto, como assim será chamado, estará diretamente relacionado à atratividade dos sistemas de transporte coletivo, possibilitando que um maior número de pessoas opte por utilizar tais sistemas, diminuindo assim, o número de transportes particulares nas malhas viárias, e por consequência, diminuindo também a emissão de gases poluentes e congestionamentos.

### **1.2. Objetivos**

Sendo levado em conta o pressuposto do constante aprimoramento dos sistemas de transporte coletivo, foram definidos para este trabalho os seguintes objetivos:

#### **1.2.1. Objetivo geral**

Propor o projeto de um aplicativo móvel para um sistema de rastreamento e monitoramento de ônibus que traga inovações em relação aos aplicativos já existentes neste seguimento, e com isto, conceder a seus usuários um maior poder de planejamento e tomada de decisão no tocante a seus deslocamentos em grandes cidades.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

Neste quesito é possível elencar os seguintes objetivos:

- Levantar as necessidades dos usuários do transporte coletivo;
- Levantar carência de funcionalidades dos aplicativos já existentes neste seguimento;
- Oferecer funcionalidades inovadoras em relação às existentes nos aplicativos disponíveis no mercado.

### **1.3. Metodologia**

A proposição desta monografia é abordar a modelagem do aplicativo Ponto a Ponto tomando como base a notação UML, com isto serão descritos conceitos, diagramas e utilização e relacionamento de classes desta notação.

Como passo inicial, será feito um levantamento, através de formulários de enquete, das necessidades dos usuários do sistema de transporte coletivo de Maceió. Em seguida será feito uma pesquisa comparativa entre alguns aplicativos disponibilizados para este seguimento com o intuito de: comparadas as necessidades levantadas, apurar quais funcionalidades deveriam ser oferecidas por tais aplicativos e não são.

Com o resultado dos passos relatados será possível apontar os requisitos de forma a levantar as principais funcionalidades que serão ofertadas pelo aplicativo Ponto a Ponto.

### **1.4. Visão geral do documento**

Além desta seção introdutória, as seções deste trabalho estão organizadas conforme descritas abaixo.

**Capítulo 2** - Fundamentação: apresenta na seção 2.1 a evolução do meio de transporte desde a antiguidade até os dias atuais; a seção 2.2 apresenta as tecnologias envolvidas.

**Capítulo 3** - Modelagem: este capítulo apresenta na seção 3.1 a importância da documentação e levantamento de requisitos para a elaboração de um projeto; na seção 3.1.1, apresenta os requisitos funcionais levantados na fase inicial, bem como seus casos de uso relacionados; na seção 3.1.2, o diagrama de casos de uso; na seção 3.1.2.1, os eventos dos casos de uso; na seção 3.1.3, os requisitos não funcionais; nas seções 3.2, diagramas de sequência, 3.3, diagrama de arquitetura, 3.4 diagrama de classes, 3.5, prototipação de telas e 3.6, diagrama de implantação.

**Capítulo 4** - Conclusão: Apresenta uma visão mais abrangente sobre os benefícios consequentes da utilização do Aplicativo Ponto a Ponto.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO

Neste capítulo serão abordados alguns sistemas de transporte coletivo adotados em algumas cidades do mundo, neste sentido, será visto na seção 2.1 a evolução histórica do transporte até chegar ao transporte coletivo, quais são os sistemas existentes atualmente, quais as principais diferenças entre eles e como se deu a adoção de tais sistemas por suas respectivas cidades; na seção 2.2 serão abordadas quais tecnologias estão envolvidas, a seção 2.2.1 tratará a respeito de quais os tipos de hardware são empregados, quais as formas de rastreamento e por quais meios se dá a interface com o usuário; e na seção 2.2.2 será observado quais os softwares estão envolvidos, tais como, API do Google Mapas, API da Superintendência Municipal de Transporte e Transito (SMTT) e Sistemas operacionais.

### 2.1. Transporte urbano coletivo

Ao longo dos tempos a humanidade vem utilizando-se da natureza coletando ou mesmo construindo coisas que possam ser utilizadas como ferramentas a fim de beneficiar-se, seja para aumentar sua produtividade, sua comodidade, suprir suas necessidades básicas, ou ampliar território de domínio, enfim, o homem vem evoluindo e aprimorando as formas como aborda e soluciona seus problemas cotidianos. Foi graças a habilidade única, que lhe permite o acúmulo do conhecimento repassado através de gerações, que aos poucos o homem foi se tornando cada vez mais capaz de solucionar problemas mais complexos e com soluções também mais complexas.

Segundo a Secretaria Municipal de Transito e Transporte do município de Uberlândia, em, “A história do transporte no mundo”, uma das primeiras soluções para transporte de carga foi criada pelo homem pré-histórico. Neste período viveu o *Homo erectus*, que existiu a cerca de 1,8 milhão a 300 mil AC, com hábitos de caçador, coletor e nômade; ele criou uma solução de uso contínuo para transportar suas aquisições até sua caverna e também em seus deslocamentos em busca de novos lugares para se estabelecer até que sentisse necessidade de um novo deslocamento.

O método de transporte utilizando pelo *Homo erectus* constituía-se do arrasto de peles de animais ou cascas de arvores, levando encima carcaças de animais, outros alimentos ou mesmo utensílios, hoje denominado de Trenó Primitivo, que pode se observado na Figura 01.

O trenó primitivo evoluiu ao longo dos tempos com a adição de tração animal, em cerca de 5.800 AC, e principalmente com o advento da roda, em cerca de 3.000 AC, na suméria. Esta evolução fez com que o transporte de carga fosse ainda mais utilizado e com capacidade de carga cada vez maior.

Figura 01 – Trenó Primitivo



Fonte: BIOCIDADE, 2016

Mais a frente, na antiguidade, ou idade antiga, os povos coexistiam com constantes guerras, ora para defenderem seus territórios, ora para conquistarem territórios alheios, assim, se deparam com um novo tipo de problema de transporte, observado pelas nações vencedoras, pois além de retornarem as suas nações de origem com despojos da guerra, agora eles também traziam pessoas para serem escravizadas.

Conforme com “A história do transporte no mundo”, soldados assírios foram um dos primeiros a fazerem o transporte forçado em massa de prisioneiros utilizando um veículo para isto, a chamada Diáspora. Os carros com tração animal que transportavam estes prisioneiros já dispunham de rodas com aros, como visto na Figura 02. Assim surgiu a forma mais primitiva do transporte de massa, que hoje é conhecido como transporte coletivo.

Figura 02 – Gravura mostra transporte de Prisioneiros pelos assírios



Fonte: BIOCIDADE, 2016

É possível também observar no documento da SMTT/Uberlândia que em 1661, na França, Blaise Pascal criou o primeiro sistema de serviço público de transporte coletivo com capacidade máxima de oito pessoas e com itinerários, horários e valores estabelecidos previamente, inaugurada em 1662 teve como seu primeiro usuário o Rei Luís XIV; este serviço durou dez anos e caiu no esquecimento até o século XIX, quando Stanislas Baudry o retomou em 10 de agosto de 1826 na cidade de Nantes, também na França. Por seus carros ficarem estacionados em frente a uma loja de chapéus que tinha por nome Omnes e tinha uma placa em sua fachada com a inscrição em latim “Omnes Omnibus” que se traduz como “tudo para todos”, seus veículos foram popularmente instituídos como “Omnibus”.

Todos os transportes coletivos relacionados até aqui tinham por semelhança a tração animal, que atingiu seu auge em 1875 quando Steferson construiu em Nova York um carro que era puxado por dez cavalos e tinha capacidade para transportar 120 (cento e vinte) passageiros, porém em 1914 George Schlitz, também de Nova York, teve a brilhante ideia de acoplar ao carro construído por Steferson, um trator Kenox Martin, e a partir daí passou a usá-lo como veículo para piqueniques. Nasceu então o transporte coletivo motorizado que deu origem ao transporte coletivo moderno.

O transporte coletivo de passageiros é uma das principais preocupações da civilização moderna, uma vez que se tratar de uma forma eficiente de deslocamento nas grandes cidades e seus serviços devem ser oferecidos de maneira a garantir esta eficiência: diminuindo a emissão de poluentes, congestionamentos, acidentes de trânsito, etc. E assim proporcionando um significativo aumento da qualidade de vida de seus cidadãos.

A problemática a ser tratada agora já não é mais como transportar o maior número possível de pessoas em um único veículo para determinados destinos, mas sim, quais maneiras mais eficazes que este serviço pode ser prestado. Os sistemas de transportes concebidos inicialmente, planejados apenas pensando no deslocamento de um determinado número de pessoas para um determinado local, já não se mostram mais eficientes frente a usuários que estão sempre ávidos por informações contínuas e atualizadas a respeito destes sistemas, e também ávidos por modelos que possibilitem melhor o planejamento e execução de suas tarefas cotidianas. Isto requer dos sistemas de transporte coletivo uma solução bem mais abrangente que apenas proporcionar ao usuário seu deslocamento propriamente dito.

Pela complexidade que se tornou o ato de transportar uma massa de um ponto a outro, as cidades dispõem hoje de órgãos reguladores e mecanismos específicos nas mais diversas vertentes da administração urbana à tratativa de transporte coletivo.

Segundo Vasconcellos (2006. pg 11):

O transporte é uma atividade necessária à sociedade e produz uma grande variedade de benefícios, possibilitando a circulação das pessoas e das mercadorias utilizadas por elas e, por consequência, a realização das atividades sociais e econômicas desejadas. No entanto, este transporte implica em alguns efeitos, aos quais chamamos de impactos.

Tomando como premissa o que observou Vasconcellos, logo acima, as cidades têm buscado modelos de sistemas de transporte coletivos mais elaborados, envolvendo engenharia de tráfego, engenharia civil, sistemas de informação, sistemas de monitoramento e outros mais, a fim de adequar suas realidades a modelos que levam em conta variáveis como Confiabilidade, Velocidade, Custo e Segurança, essas questões estratégicas acabam por resultarem em uma melhor prestação de serviços ao usuário final.

Existem vários modelos de sistema de transporte modernos atuando nas mais diversas cidades do mundo, cada um deles adaptados a atenderem as necessidades de suas respectivas cidades, as que desde sua concepção é planejada já nasce sob o conceito de



*Transit-oriented development* (Desenvolvimento orientado para o trânsito, TOD), as que vieram se preocupar com soluções para o problema de seus transportes coletivos ao longo de seus desenvolvimentos buscaram criar suas próprias soluções ou copiar soluções bem sucedidas de outras cidades e adaptá-las para suas realidades.

No contexto de modelos de transporte bem sucedidos há aqui no Brasil o modelo adotado e desenvolvido pela cidade de Curitiba-PR, que criou canaletas exclusivas, como pode ser conferido na Figura 03, para circulação de ônibus denominados Expressos, são 72 quilômetros delas divididas em cinco grandes corredores dispostos ao redor do centro da cidade, visto na Figura 04, este sistema é mantido por ônibus denominados de Alimentadores, que trazem passageiros de bairros mais distantes e com isto complementam a integração do sistema.

As canaletas permitem aos ônibus um fluxo circular em torno do centro sem a necessidade de passar por ele ao se deslocarem de um bairro a outro mesmo este esteja no extremo oposto da cidade, diminuindo assim congestionamentos e também significativamente os tempos de deslocamento. Além disto, existem linhas de ônibus que circulam exclusivamente entre bairros vizinhos, formando um microssistema denominado de Linhas Interbairros Circulares, o que pode ser observado na Figura 05, estes micro sistemas também são responsáveis por alimentarem os ônibus das Linhas Expressas.

Segundo o site (BIOCIDADE, 2016), da prefeitura municipal de Curitiba, uma característica fundamental deste sistema é a tarifa integrada onde com um bilhete único o usuário pode compor seu próprio percurso se deslocando por toda cidade. Atualmente este sistema curitibano está integrado a 13 municípios da região metropolitana que também o alimentam, somando cerca de 2 milhões e 300 mil passageiros que utilizam diariamente os quase 2 mil ônibus que percorrem 480 mil quilômetros a cada 24 horas. (Fonte: BIOCIDADE, 2016)

Figura 03 - Canaletas Exclusivas



Fonte: BIOCIDADE, 2016

Figura 04 – Forma de circulação das Linhas Expressas



Fonte: BIOCIDADE, 2016

Figura 05 – Formas de circulação de Linhas Interbairros Circulares



Fonte: BIOCIDADE, 2016

Enquanto é visto que aqui no Brasil o transporte coletivo utilizando ônibus é o principal meio disponibilizado pelas cidades a seus cidadãos, observa-se que em Tóquio, por exemplo, o sistema de ônibus na verdade é apenas uma parcela do todo que é o sistema de transporte naquela cidade.

Segundo o (MOBILIZE, 2016), Tóquio tem hoje o mais completo sistema de transporte do mundo e neste sistema o papel do ônibus, apesar de não ser o principal meio disponibilizado não se restringe a um papel secundário, pelo contrário, os ônibus exercem um importante papel para o funcionamento de todo o sistema. Em um modelo que alguns especialistas chamam de Coletor, os ônibus abastecem o sistema principal, tal qual o sistema de Curitiba, porém em Tóquio em substituição aos ônibus em canaletas exclusivas, os ônibus, conhecidos como *Toei*, são coletores que abastecem o sistema de metrô e trens fazendo sempre as ligações entre outras partes da cidade e as estações.

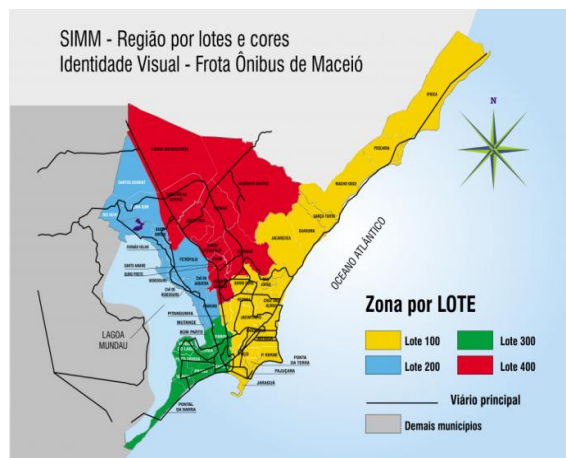
Na cidade de Maceió o sistema de transporte coletivo passou por uma recente alteração mediante a licitação ocorrida no segundo semestre do ano de 2015, após a licitação este sistema dividiu a cidade em quatro lotes, conforme pode ser conferido na Figura 06, e cada lote passou a ser operado por uma empresa vencedora. Visando facilitar ao usuário uma melhor identificação dos ônibus que atendem a estes lotes, os veículos são pintados em designer padrão, porém em cores diferenciadas, conforme a cor designada ao seu respectivo lote, como demonstrado na Figura 07.

Segundo a Superintendência Municipal de Transporte e Trânsito (SMTT), esta é a primeira licitação ocorrida desde que o sistema de transporte coletivo começou a operar em Maceió, pois até então as outorgas eram concedidas através de renovações de prestação de serviço em negociação direta entre as empresas e o município, sendo que a última outorga ocorreu em 1999. Tal licitação, ainda segundo a SMTT, busca trazer suporte jurídico ao município com a assinatura de contratos de outorga que ditam os direitos e as obrigações das partes envolvidas, municipalidade e empresas vencedoras da licitação, além de outras melhorias no transporte coletivo, tais como: diminuição do tempo máximo de utilização dos ônibus no sistema de transporte coletivo do município de sete para cinco anos, a renovação imediata de 20% da frota existente, criação de novas linhas e acessibilidade total da frota à portadores de necessidades especiais.

Como consequência imediata os novos contratos de outorgas trouxeram aos cofres públicos pouco mais de 5.300 milhões de reais que segundo declaração do prefeito Rui

Palmeira (PDSB), durante a cerimônia das assinaturas dos contratos, serão integralmente investidos em melhorias na mobilidade urbana do município. Partindo da premissa segundo observou Vasconcellos (2005), que “Mobilidade urbana é um atributo das cidades inerente à facilidade de deslocamentos de pessoas e bens no espaço urbano”, pode-se ver como acertada esta decisão do executivo, e isto refletirá diretamente na qualidade de vida do usuário final, pois segundo o conceito de McGregor (2002), toda decisão administrativa tem consequências sobre o comportamento da população.

Figura 06 – Divisão por lotes da cidade de Maceió



Fonte: SMTT, 2016

Figura 07 – Cores dos ônibus de acordo com seus respectivos lotes



Fonte: SMTT, 2016

O sistema de transporte coletivo operado hoje em Maceió transporta diariamente cerca de 400 mil passageiros por dia (Fonte: SMTT). O embarque é realizado através de pontos de ônibus e terminais instalados em pontos estratégicos da cidade, o pagamento da

tarifa de valor único é realizado nos terminais ou dentro do próprio coletivo quanto o usuário embarca a partir de pontos de ônibus, este pagamento pode ser realizado através de cartões que utilizam a tecnologia NFC - *Near Field Communication* (Comunicação perto do Campo), ou em espécie, sendo que 60% dos usuários utilizam como forma de pagamento o cartão NFC.

As linhas que atendem o sistema de transporte coletivo em Maceió, como na maioria das cidades brasileiras, são dispostas de forma reativa, ou seja, são implementadas de acordo com o crescimento da demanda, com isso não dispõem de um planejamento prévio voltado para eficiência da mobilidade urbana, suas linhas surgem para atender uma determinada localidade visando, em sua grande maioria, o deslocamento para o centro da cidade, para isto, utilizam vias de trânsito comum aos demais tipos de veículos terrestres, e mesmo em deslocamento entre bairros em extremos opostos da cidade, as rotas das linhas convergem para o centro e de lá continuam ao seu destino final, assim, congestionando o trânsito, aumentando a emissão de poluentes, aumentando o tempo de deslocamento e diminuindo a qualidade do serviço prestado.

Os tipos de modelos reativos, como o descrito no parágrafo acima, mostram-se ineficazes não apenas para a mobilidade urbana como também para o meio ambiente, isto se torna bastante evidente quando se leva em consideração o que diz (BOARETO, 2003), em relação ao conceito de deslocamento com sustentabilidade, onde ele afirma que uma sociedade deve oferecer ao indivíduo a “capacidade de fazer as viagens necessárias para a realização de seus direitos básicos de cidadão, com o menor gasto de energia possível e menor impacto no meio ambiente, tornando-a ecologicamente sustentável”.

Pensando em diminuir as não conformidades com o que preconiza a boa mobilidade urbana, Maceió adotou faixas exclusivas de circulação de ônibus, vista na Figura 08, que são faixas azuis pintadas ao longo de duas das principais vias de sua cidade, restringindo o espaço reservado ao trânsito dos demais veículos a duas faixas, podendo estes transitarem na faixa exclusiva aos ônibus apenas a distância de duas quadras, tanto para acessar as ruas vicinais quanto em sua saída para acessar a via principal, também entre as 22h e 06h e em domingos e feriados.

A partir da última licitação, também foi implantado em algumas linhas a modalidade de integração temporal, nomeado de Sistema Integrado Mobilidade Maceió (SIMM), este serviço foi disponibilizado apenas para usuários que utilizam como forma de pagamento o

cartão com tecnologia NFC, onde tal usuário poderá no intervalo de 90 minutos embarcar em mais de um ônibus, desde que o ônibus seguinte pertença a mesma empresa do qual desembarcou anteriormente e o sentido de deslocamento seja na mesma direção do trajeto anterior. Para ter o direito a integração é necessário observar que o tempo de 1h e 30 minutos começa a ser contado a partir do horário do primeiro embarque, e quando vencido este período o usuário volta a ser tarifado e um novo prazo começa a ser contado. Até maio de 2016 apenas 13% das linhas ofereciam o SIMM. (fonte: SMTT)

Figura 08 – Faixa exclusiva para ônibus



Fonte: SMTT, 2016

## 2.2. Tecnologias envolvidas nos Sistemas

Com o crescente desenvolvimento das cidades e a complexidade dos sistemas de transporte coletivo existentes, torna-se também mais complexo gerir estes sistemas de uma forma eficiente, com isto, têm surgido novas tecnologias para darem suporte à logística envolvida nesta tratativa, tecnologias que não só dão suporte a tomadas de decisão dos empresários do setor, mas também dão ao usuário final o poder de programar seu deslocamento nas grandes cidades, o que é o foco desta pesquisa.

Vários setores da indústria de tecnologia estão hoje envolvidos de alguma forma com os sistemas de transporte coletivo, que vai desde os mais básicos, até a tecnologia aeroespacial com seus satélites em órbita. Estas tecnologias estão dispostas em duas categorias distintas, os hardwares, que são partes físicas de um sistema computacional, ou seja, o conjunto de aparatos eletrônicos que são responsáveis pelo funcionamento de uma máquina, e os softwares, as partes lógicas que controla as máquinas e são responsáveis pelas instruções e rotinas executadas pelos hardwares.

### **2.2.1. Hardwares envolvidos nos sistemas**

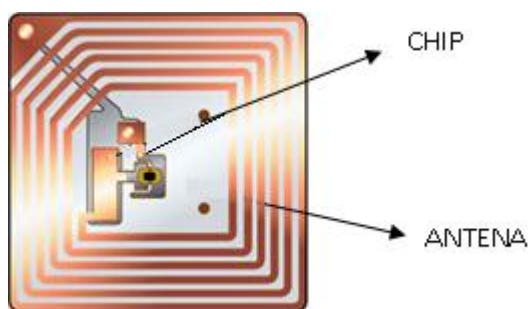
Os hardwares envolvidos no processo de rastreamento e monitoramento do transporte coletivo são peças essenciais deste intrincado quebra cabeças formado por vários setores da tecnologia, existem basicamente dois tipos de sistema de rastreamento e monitoramento; um é o rastreamento via RFID (*Radio Frequency Identification*), Identificação por Radio Frequência, que, de acordo com o site (TECMUNDO, 2016), tem por objetivo detectar em um determinado raio a presença de seus respectivos hardwares, as *Tags*, vista na Figura 09.

Os principais hardwares envolvidos no rastreamento via RFID são:

- *Transponder ou Tag*: (Etiqueta) que como diz sua tradução, funciona como etiquetas que identificam os objetos ao qual estão afixadas, estas etiquetas possuem um circuito passivo com capacidade de armazenamento de informações que são gravadas de acordo com as necessidades para qual serão destinadas. Este circuito é ativado quando entra no raio do campo eletromagnético emitido pelas antenas da estação ativa e utiliza a radio frequência desta estação para transmitir seu sinal.



Figura 09 – Transponder ou Tag



Fonte: COMSERTTMAGAZINE, 2016

- Estação ativa, vista na Figura 10: possui um circuito *transceptor* que recebe o sinal e transfere a informação para um dispositivo leitor que converte as ondas de rádio em informações digitais e se comunica com o servidor.
- Antenas, também vistas na Figura 10: transmitem constantemente sinais em ondas de rádio em um raio com distância determinada por suas potências de transmissão, quando estas ondas ativam alguma *Tag* que tenha entrado em seu raio de atuação, e esta *Tag* emite também através de ondas de rádio seus dados gravados, as antenas recebem este sinal e o envia a estação a qual esteja diretamente conectada.

Figura 10 – Estação ativa com suas antenas



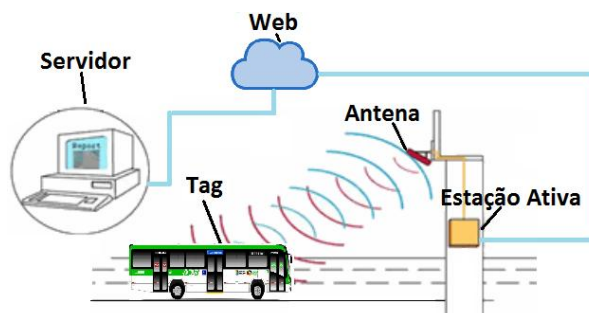
Fonte: REVISTADIGITALSECURITY, 2016



O sistema de rastreamento RFID funciona com diversas Estações Ativas e antenas instaladas ao longo das vias atendidas pelas linhas do sistema de transporte coletivo, em cada ônibus atendido por este sistema de rastreamento é instalado um *transponder* que nele estão gravados os dados do veículo, tais como, a linha que ele atende, o número correspondente a identificação daquele veículo e a qual empresa tal veículo pertence.

No momento em que um ônibus com seu *transponder* embarcado entra no raio de atuação de uma Estação Ativa, este *transponder* é ativado pelo campo eletromagnético gerado pelas antenas e executa sua função, que é transmitir os dados nele gravados, estes dados, enviados via sinal de rádio, são transformados, na estação, em sinal digital e são combinados com os dados próprios da estação, tais como, sua localização e horário de recebimento dos dados do *transponder*, feito isto, a estação os envia num pacote de dados para o servidor onde são processados para gerar as informações, conforme visto na Figura 11.

Figura 11 – Rastreamento por RFID



Adaptado de: PRINTSCOM, 2016

A segunda forma de rastreamento utilizada no sistema de transporte coletivo é o Sistema Global de Navegação por Satélites (GNSS), este tipo é mais utilizado do que o rastreamento por RFID por exigir menor custo de aquisição de hardware, uma vez que no rastreamento por RFID todos os hardwares envolvidos na localização do objeto devem ser adquiridos pela operadora do sistema de rastreamento, enquanto no rastreamento via satélite GNSS isto não acontece.

Quanto mais amplo for o sistema de rastreamento torna-se mais viável, economicamente, a adoção do rastreamento pelo GNSS, pois nele uma parte dos hardwares envolvidos é de utilização comum aos diversos usuários do serviço sem a necessidade de

aquisição, a exemplo dos satélites, e os que necessitam serem adquiridos têm um custo menor que os do rastreamento por RFID.

Segundo o site da Agência Espacial Brasileira, (ABE, 2016), existem quatro Sistemas Globais de Navegação por Satélites em uso atualmente, todos funcionam basicamente de uma mesma maneira: onde os componentes se comunicam, determinam distâncias relativas e calculam o posicionamento da célula receptora de sinal.

Dois destes sistemas estão disponibilizados para uso civil, o GPS (Americano) e o GLONASS (Russo), os outros dois estão em fase de implementação e são disponibilizados apenas para uso e pesquisas militares em seus respectivos países, que são o Galileo (União Europeia) e o Compass (China). O mais utilizado entre eles é o americano GPS (*Global Positioning System*), Sistema de Posicionamento Global.

Segundo (Rosa, 2001), o Sistema de Posicionamento Global foi desenvolvido e é controlado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos da América e consiste em um sistema de rádio-navegação com o uso de satélites que permite a qualquer usuário determinar sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia, sob quaisquer condições atmosféricas e em qualquer ponto do globo terrestre, ainda segundo ela observou, este sistema possui 24 satélites em operação que estão distribuídos em seis orbitas distintas que circulam a 20.200km acima da terra, estes satélites tem suas orbitas alinhadas a 55° de inclinação e dão uma volta na terra a cada de 12 horas, de forma que o usuário tem acesso a no mínimo seis satélites para triangulação em qualquer horário e em qualquer lugar da terra.

Os principais hardwares envolvidos no rastreamento pelo GNSS são:

- Satélites de navegação, que pode ser visto na Figura 14: são equipamentos postos na orbita terrestre que emitem constantemente, em direção a terra, pulsos de sinal de rádio que no vácuo viajam a velocidade da luz (300 mil quilômetros por segundo), estes satélites são equipados com relógios super precisos que contam o tempo em nano segundos.
- Células Receptoras ou Modulo de Rastreamento, visto na Figura 12: são pequenos equipamentos também dotados de relógios de alta precisão, um microprocessador que lhe permite efetuar cálculos com os dados recebidos e

um sistema de transmissão de dados GSM para comunicar-se com as centrais através da telefonia móvel.

Figura 12 – Modulo de Rastreamento



Adaptado de: ALIEXPRESS, 2016

- Antenas de GNSS, vistas na Figura 13: equipamento com função exclusiva de receber os pulsos de sinais de rádio emitidos dos satélites de navegação em órbita da terra.
- Antenas de sinal GSM, também na Figura 13: equipamentos com função exclusiva de receber e transmitir sinais GSM na telefonia móvel.

O rastreamento via satélites se dá através da triangulação dos sinais emitidos pelos satélites, como visto na Figura 14, e captados pelas células de rastreamento. Para isto é necessário que a célula receptora esteja recebendo simultaneamente sinal de pelo menos três satélites.

Quando um pulso de sinal de rádio é emitido pelo satélite, é transmitida, neste sinal, a localização do satélite na órbita terrestre e a informação do momento exato, com precisão de nano segundos, o horário que o sinal saiu daquele satélite. No momento em que o sinal de cada satélite é recebido pela célula, o horário é registrado, também com precisão de nano segundos, então a célula calcula o tempo que o sinal levou para percorrer a distância existente entre ela e cada satélite, determinando assim, por triangulação, com uma precisão de 20m (vinte metros), a localização geográfica em que esta célula se encontra. Em seguida, através

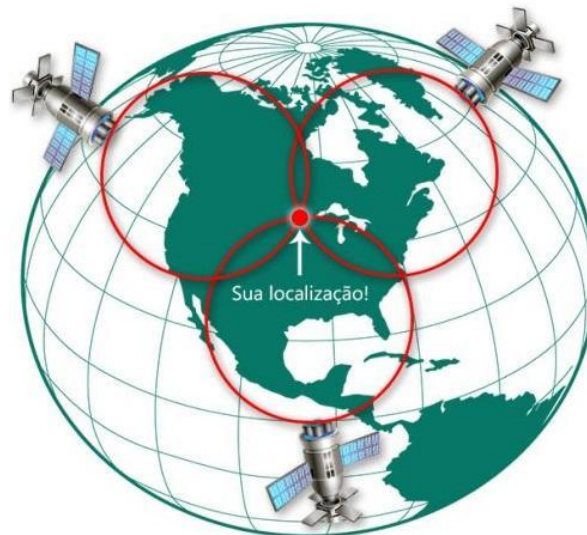
do módulo GSM, a célula de rastreamento envia esta informação e outros dados do veículo à central. Este esquema pode ser visto na Figura 13, logo abaixo.

Figura 13 – Esquema de rastreamento por GPS



Adaptado de: PORTALINCITE, 2016

Figura 14 – Representação da triangulação dos sinais de satélite



Fonte: OFICINADANET, 2016

Há também os sistemas de rastreamento híbridos, como é o utilizado em Curitiba, que adota o sistema de rastreamento RFID, com estações ativas instaladas nas plataformas de

embarque, chamadas de estações tubo, e também o sistema de rastreamento pelo GNSS, unindo as duas tecnologias é possível obter uma maior precisão na localização de seus veículos, principalmente quando estes estão embarcando ou desembarcando passageiros.

Para que o usuário tenha acesso a todos estes dados obtidos através destas tecnologias de rastreamento, se faz necessária a existência de um meio de comunicação entre ele e o hardware, este meios de comunicação pelo qual as informações liberadas chegam ao usuário final chama-se interface, ou seja, a interface nada mais é do que os meios através dos quais o usuário interage com o sistema.

Neste contexto de interface que, como visto, são meios que o usuário utiliza para acessar consultas disponibilizadas pelo sistema, existem os hardwares que suportam tal interface, na grande maioria das vezes, aparelhos *smartphones*, uma vez que o foco deste tipo de prestação de serviço é a mobilidade, porém o serviço de rastreamento também é disponibilizado via web, possibilitando assim o acesso a estes serviços também através de *desktops* e *laptops*.

### **2.2.2. Softwares envolvidos nos sistemas**

Existem diversos softwares envolvidos no processo de elaboração de um sistema de rastreamento de transporte coletivo, os softwares necessários a elaboração do aplicativo a que este trabalho se refere são os Sistemas Operacionais, que são onde esta aplicação será executada e APIs (Application Programming Interface), Interface de Programação de Aplicativos.

Esta seção trará como exemplo de Sistema Operacional o Android, demonstrando seu funcionamento e especificando em qual parte do Sistema Operacional a Aplicativo Ponto a Ponto terá suporte, porém deixando claro que existem outras plataformas, tais como *IOS* e *WindowsMobile* que também podem dar suporte a esta aplicação. Também discorrerá sobre a API do software Google Maps, por ter sido este o programa escolhido para dar subsidio necessário a funcionalidade de mapeamento do aplicativo, será visto ainda nesta seção que foi considerado a existência de uma API da SMTT, através da qual o servidor do Aplicativo Ponto a Ponto terá acesso a seus dados.

### 2.2.2.1.Sistemas Operacionais

O sistema operacional é um conjunto de programas e rotinas que possibilitam a utilização da máquina ao usuário, estes programas e rotinas tem por função gerenciar os recursos do próprio sistema, como, decidir qual programa secundário merece atenção do processador, gerenciamento de memória, entre outros. Para (DEI 1992). É o sistema operacional que possibilita ao usuário o controle do hardware, explorando suas capacidades específicas.

Vemos um sistema operacional como os programas, implementados como software ou *firmware*, que tornam o hardware utilizável. O hardware oferece capacidade computacional bruta. Os sistemas operacionais disponibilizam convenientemente tais capacidades aos usuários, gerenciando cuidadosamente o hardware para que se obtenha uma performance adequada. (DEI 1992, p. 03)

Segundo a empresa *Samsung* em “Explicação do sistema operacional Google Android”, o Sistema Operacional Android foi introduzido pela empresa Google em 2007 como é um sistema *Open Source* (Código Aberto). Este tipo proposta permite acesso ao seu código fonte facilitando o desenvolvimento não só de aplicativos para ele como também alterações feitas diretamente no próprio sistema.

Hoje, concentrando a maior parte do mercado de sistemas operacionais, a estrutura do Android se dá através de um conjunto de diversos softwares. Ele foi construído a partir da versão 2.6 do Sistema Operacional Linux, e por usar como base para seu *kernel* uma versão de um Sistema Operacional já existente, teve a vantagem de herdar de sua matriz programas e estruturas, como: programa de gerenciamento de memória, configurações de segurança, softwares de gerenciamento de energia, entre outros softwares e drivers.

A pilha do sistema operacional Android é composta por quatro camadas que correspondem aos níveis 0, 1, 2 e 3, conforme visto na Figura 15, na base desta pilha, nível 0, é encontrado o *Kernel*, neste nível são encontrados drivers de diversos acessórios, como: drivers de câmeras, drivers de wifi, drivers de áudio e outros. Além disto, neste nível encontram-se os programas de gerenciamento de memória, configurações de segurança, etc. Este nível serve de abstração para a comunicação entre o hardware e o software.

Já o nível 01 pode ser subdividido em duas subcamadas paralelas, a subcamada Biblioteca e a subcamada Tempo de execução. Na subcamada Biblioteca são encontrados conjuntos de instruções que dizem ao sistema como lidar com diferentes tipos de dados

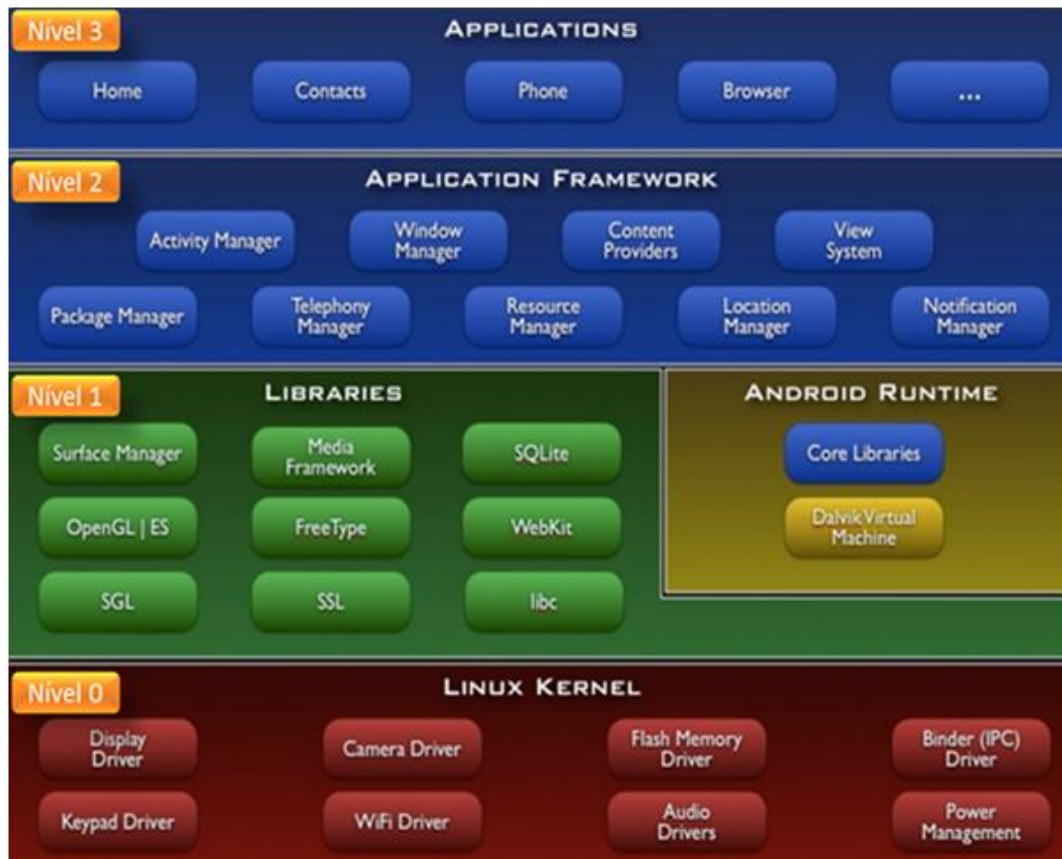
incluindo as bibliotecas de linguagens C e C++, já na subcamada Tempo de execução, será encontrada a biblioteca do núcleo JAVA e a máquina virtual Dalvik.

A máquina virtual Dalvik é usada pelo sistema operacional Android para executar individualmente cada aplicação, isto implica que cada aplicação é executada de forma independente no sistema sem estar dependente de nenhuma outra para o seu funcionamento, ou seja, se uma aplicação parar tem sua execução interrompida, não irá afetar o funcionamento de outras aplicações que estejam sendo executado ao mesmo tempo. Esta máquina é baseada em registradores, assim, torna simplificado o gerenciamento de memória e permite que múltiplas instâncias sejam executadas ao mesmo tempo.

No nível 02, Framework de aplicações, são encontrados os programas que são responsáveis pelas atividades básicas do aparelho, os gerenciamentos das suas funções. Nesta camada os desenvolvedores têm acesso total ao que nela existe, isto se dá para que eles possam, nesta camada, fazer as personalizações que cada marca utilizadora do sistema Android cria para dar identidade a seus produtos segundo suas próprias políticas.

Nesta ultima camada, nível 03, o topo da pilha, é onde se dá a interação entre o usuário do sistema e os aplicativos que dará ao dispositivo suas funcionalidades, tais como, agendas telefônicas, calendários, players de músicas, players vídeos, games, navegadores ou mesmo a Aplicativo Ponto a Ponto, tratada neste projeto.

Figura 15 - Estrutura das camadas do Android



Fonte: KNOOW, 2016

### 2.2.2.2. APIs envolvidas

Para o desenvolvimento deste projeto, além de um Sistema Operacional e suas bibliotecas se faz necessária a utilização de APIs, que são interfaces disponibilizadas por desenvolvedores dos programas que dão suporte ou disponibilizam seus dados e funcionalidades para serem consultados ou acionadas por outros programas. A API é um conjunto de rotinas e padrões onde através dela os desenvolvedores destes “outros programas” saberão como fazer para que seus programas se comuniquem com aqueles a qual a API está associada, ou seja, é o protocolo que determina como o programador pode fazer com que seu programa tenha interação com outro programa que disponibiliza sua API.

Serão necessários os suportes de duas APIs para o funcionamento do Aplicativo Ponto a Ponto, uma delas é a do Google Maps, que é um programa desenvolvido pela Google com o objetivo de fornecer ao usuário a possibilidade de consultar não apenas sua própria



localização mas também a localização de qualquer outro ponto em um mapa, mostrando suas coordenadas geográficas e até mesmo imagens de satélites e fotografias em plano terrestre do local pesquisado. Ao interagir com este programa, o aplicativo Ponto a Ponto será capaz de localizar o usuário, os ônibus e os pontos de parada espalhados na cidade.

A outra API necessária ao aplicativo Ponto a Ponto é a do órgão que opera o Sistema de Transporte Coletivo em Maceió, Superintendência Municipal de Transporte e Transito (SMTT), que, por sua vez, tem em seu banco de dados o subsídio para as funcionalidades do aplicativo, tais como, horários, linhas, rotas, localização dos ônibus e pontos de parada, e identificação dos ônibus em atuação em seu Sistema de Transporte Coletivo.

### **2.3. Aplicativos existentes**

Os aplicativos já existentes no mercado, distribuídos em diversas lojas virtuais especializadas são, na sua grande maioria, gratuitos e disponíveis para downloads a qualquer um que queira utilizar o serviço. A grande maioria destes aplicativos situa automaticamente o usuário em um mapa da cidade onde é possível ver diversas informações inerentes a sua pesquisa.

Há também os aplicativos que exigem bem mais conhecimento por parte do usuário a respeito do sistema de transporte coletivo ao qual tal aplicativo presta serviço, a exemplo do EMTU, disponibilizado na cidade de São Paulo, e o Cadê o Bus, disponibilizado em Balneário Camboriú.

Para entendermos melhor como funcionam estes aplicativos, será visto uma das formas de utilização do EMTU: com uma interface não muito intuitiva, ele apresenta caixas de texto onde uma das possíveis entradas de comando se dá com o usuário digitando o número da linha de ônibus que deseja utilizar e o aplicativo dá como saída apenas a informação do percurso do ônibus destacado em um mapa. Apesar de serem disponibilizados nas lojas como aplicativos que facilitam a mobilidade dos usuários, este tipo de aplicativo não faz o rastreamento dos ônibus, com isto, várias funcionalidades que derivam do rastreamento não podem ser oferecidas em seus serviços.

Os aplicativos que fazem rastreamento e monitoramento dos veículos do sistema de transporte têm mais aceitação pelo usuário, uma vez que se mostram mais eficientes no apoio ao planejamento e organização de seu deslocamento, por isto os desenvolvedores preferem oferecer um produto mais completo que atendam de uma forma mais específica as necessidades desta clientela que está dia após dia mais exigente.

Os programas voltados a rastreamento e monitoramento de sistemas de transporte coletivo são, na maioria das vezes, desenvolvidos para atenderem setores específicos do sistema de uma cidade, sendo uma grande parcela voltada para os sistemas atendidos por ônibus, como é o caso do CittaMobi, Cadê o ônibus, entre outros. Há também os que atendem apenas metrô ou trens, a exemplo do Metrô de São Paulo, atendendo a cidade de São Paulo e outras cidades do estado que recebem linhas de metrô oriundas da capital, e o Rail Jankari, disponibilizado na Índia para monitoramento de seus trens por parte dos usuários.

Além dos aplicativos que são destinados a atenderem setores específicos dos sistemas de transporte coletivo, existem também os que oferecem mais de um serviço de monitoramento no mesmo aplicativo, a exemplo dos que são destinados a rastreio e monitoramento de ônibus e metrô, como é o caso do Meu Transporte SP, que atua na cidade de São Paulo.

Por fim, existem aplicativos mais completos que abrangem os ônibus, trens, metros e inclusive o serviço de bicicletas compartilhadas de uma cidade, a exemplo do Movit, que segundo seus desenvolvedores é o aplicativo líder mundialmente neste seguimento atendendo a mais de 40 milhões de usuários em 800 cidades, entre elas, mais de 15 (quinze) brasileiras, sendo as principais, São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre e Belo Horizonte.

Em Maceió há em funcionamento dois aplicativos para monitoramento do sistema de transporte coletivo, um é o CittaMobi, que usa a API do Google Maps, oferecendo com isto uma tecnologia de localização que mostra em um mapa a localização do usuário e a localização dos pontos próximos de onde ele esteja ou mesmo qualquer outra área pesquisada da cidade, oferece também uma imagem em visão panorâmica do ponto de parada escolhido, utilizando-se para isto de um recurso do Google Maps chamado de *Street View* (Vista da Rua).

O aplicativo CittaMobi tem também acesso ao banco de dados da SMTT, com isto, mostra ainda as linhas com o tempo estimado para chegada de cada ônibus que irá atender o

ponto selecionado (estimativa calculada com base na localização do ônibus e atualizado a cada minuto), além disto, quando é selecionado um determinado ônibus que atenderá ao ponto selecionado, o aplicativo abre uma nova tela onde é possível ver no mapa o percurso que este faz desde o sua saída até seu destino final, com setas indicando em qual direção tal ônibus está se deslocando. Há também no CittaMobi um recurso que permite ao usuário, após o embarque, monitorar quanto tempo falta para chegada ao seu destino. Além destas funcionalidades é possível configurar neste aplicativo a visualização apenas dos ônibus com acessibilidade, eliminando o que, para usuários que não utilizam os ônibus comuns, seria apenas poluição de informação.

O outro aplicativo disponibilizado para o usuário do sistema de transporte coletivo em Maceió é o Cittamobi Acessibilidade , que com uma interface voltada para deficientes visuais disponibiliza as principais informações disponibilizadas no CittaMobi, de forma a facilitar a inclusão desta parcela da população na utilização dos serviços prestados pelo sistema de transporte.

O Cittamobi Acessibilidade apresenta as informações e solicitações de entrada de modo textual, tanto na própria tela do aplicativo quanto em *Pop-Ups* (balões de notificação), assim o Acessibilidade - CittaMobi pode ter todo seu conteúdo lido para o usuário através de aplicativos que fazem leitura de tela. Utilizando-se deste recurso o Acessibilidade - CittaMobi permite ao usuário com deficiência visual uma total navegação pelo seu aplicativo fornecendo a este usuário todas as informações básicas que uma pessoa não portadora da deficiência visual consegue extrair em sua experiência com o CittaMobi.

Os aplicativos que realizam leitura de tela são recursos embarcados nos próprios *Smartphones* ou aplicativos que podem ser baixados em lojas virtuais de aplicativos, a exemplo do TalkBack (embarcado da Samsung) e o CPqD Alcance, desenvolvido pela instituição brasileira CPqD e que pode ser baixado gratuitamente na loja de aplicativos da Google.

### 2.3.1. Comparativo dos principais aplicativos

As funcionalidades da maioria dos aplicativos já existentes no mercado fornecem a seus usuários basicamente as mesmas informações necessárias ao planejamento dos deslocamentos dos mesmos, tais como: Localização dos pontos próximos a ele, previsão de chegada dos ônibus nos pontos de parada, apresentação de rota dos ônibus entre outras.

Apesar de as informações necessárias ao planejamento do deslocamento dos usuários de sistemas de rastreamento e monitoramento de transportes coletivos serem basicamente as mesmas, tendo estes aplicativos que se igualem neste quesito, há aqueles que buscam diferenciar-se de seus concorrentes e oferecem informações externas aos sistemas de transporte que rastreiam, a exemplo do aplicativo Cadê o Ônibus, que, mesmo não sendo destinado a usuários de trens e metrô, notifica a seus usuários problemas ocorridos nestes outros dois sistemas de transporte coletivo a fim de aumentar o poder de decisão e planejamento daqueles que utilizam o ônibus apenas como um dos meios de transporte que apoiam seu deslocamento.

Há ainda os aplicativos que oferecem a seus usuários informações que vão além das destinadas ao deslocamento propriamente dito, como por exemplo, o CittaMobi, que oferece funcionalidades que permitem ao usuário notificar por meio de *feedbacks* a respeito da limpeza e lotação dos ônibus (funcionalidades não disponíveis na versão destinada a cidade de Maceió).

Será visto na tabela 1, um comparativo das funcionalidades oferecidas por cada aplicativo citado neste trabalho, onde, a linha superior traz o nome de cada aplicativo, a primeira coluna, traz as funcionalidades desejáveis em um aplicativo de rastreamento e monitoramento de sistemas de transporte coletivo, e nas demais colunas, as sinalizações indicando se o aplicativo acima disponibiliza a funcionalidade descrita na primeira coluna.

Todos os aplicativos citados foram pesquisados apenas na loja especializada Play Store, principal loja de aplicativos para Android.

Tabela 1: Comparativo das funcionalidades oferecidas pelos aplicativos existentes.

Funções	Cittamobi - Acessibilidade	Cadê o Bus	Cadê o ônibus	CittaMobi	EMTU	Meu Transporte SP	Metrô SP	Moovit	Rail Jankari
Calculo de rota	Parcialmente	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Embarcado	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
Rastreamento	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Localizar no mapa	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Favoritos	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗
Previsão de horários	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Informações das linhas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Busca ônibus adaptado	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Informações dos pontos	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Envio de feedbacks	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗
Informações extras	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗
Compartilhamento de informações	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

A análise dos principais aplicativos existentes no seguimento de rastreamento e monitoramento de transportes coletivo foi realistada com foco em detectar qual ou quais funcionalidades não são oferecidas por eles, embora a necessidade destas funcionalidades tenham sido observadas através dos requisitos levantados para o aplicativo Ponto a Ponto.

Num cenário em que as pessoas estão cada vez mais conectadas umas as outras através das novas tecnologias, um dos requisitos levantados foi a necessidade do usuário poder compartilhar informações obtidas através do aplicativo com outros usuários. Na Tabela 2.3.1, foi possível verificar que esta possibilidade de compartilhamento não é oferecida por nenhum dos aplicativos pesquisados.

Visando explorar tal carência encontrada nos aplicativos existentes, o projeto Aplicativo Ponto a Ponto tem a pretensão de apresentar como inovação a possibilidade de compartilhamento dividida em duas funcionalidades: Enviar rota, que enviará a um ou mais usuários a rota calculada pelo usuário emissor. E Compartilhar embarcado, que fará com que o(s) usuário(s) selecionado(s) receba(m) todas as informações, atualizadas em tempo real, relativas ao status embarcado do usuário emissor.

Explorar esta carência encontradas, traz ao projeto Aplicativo Ponto a Ponto a oportunidade de oferecer à seus usuários um diferencial muito importante que lhe concede um substancial aumento do poder de planejamento e tomada de decisão relativa ao seus deslocamentos nas grandes cidades.

### 3. MODELAGEM

Processo de Software (Sommerville, 2011), é uma abstração que representa de uma maneira simplificada o processo pelo qual passa um software até sua implementação, com isto, dando uma perspectiva das etapas envolvidas neste processo.

Existe uma variedade de modelos de processos de softwares onde “cada modelo representa uma perspectiva particular de um processo e, portanto, fornece informações parciais sobre ele” (Sommerville, 2011).

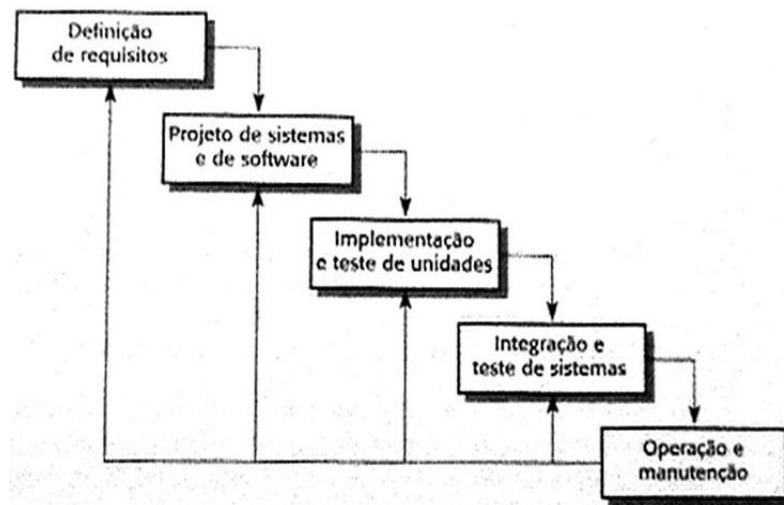
O modelo de processo adotado para representar os processos do projeto Aplicativo Ponto a Ponto foi o “cascata”, este modelo representa cada fase de forma linear, só permitindo que um novo processo seja iniciado após o fim do ciclo anterior.

Será visto neste capítulo que o projeto Aplicativo Ponto a Ponto atingiu neste TCC o segundo estágio do modelo em cascata, o que permitirá uma fluência natural para o terceiro estágio, que será a implementação do aplicativo Ponto a Ponto e testes de unidades.

Segundo Sommerville (2011), A versão original do modelo em cascata foi proposto por Royce em sua publicação de 1970. Este modelo foi desenvolvido com base em processos de engenharia de sistemas e tinha por objetivo trazer uma sequência nas atividades inerentes ao desenvolvimento de softwares.

“Os principais estágios do modelo em cascata refletem diretamente as atividades fundamentais do desenvolvimento” (Sommerville, 2011). Estes estágios foram distribuídos em cinco partes, conforme observado na Figura 16, são elas: análise e definição de requisitos, projeto de sistema e software, implementação e teste unitário, integração e teste do sistema, e por fim, operação e manutenção.

Figura 16 - Modelo em Cascata



Fonte: SLIDEPLAYER, 2016

Nas seções deste capítulo serão vistas as atividades já executadas nos estágios 01 (Análise e definição de requisitos), e 02 (Projeto de sistemas e software), do modelo em cascata para o projeto Aplicativo Ponto a Ponto.

#### Análise e definição de requisitos

- Neste estágio, são estabelecidos os requisitos do software, é nele que são levantadas as necessidades do cliente: o que ele espera do software, quais as limitações deste software e quais os objetivos. Levantados todos os requisitos, estes devem ser definidos apropriadamente para que possam ser úteis nas etapas seguintes. Aqui também é estudada e documentada a viabilidade do projeto do sistema com o objetivo de determinar o processo inicial de desenvolvimento do processo do sistema esta documentação pode ser vista como o início do ciclo de vida do software.
- Projeto de sistema e software
  - Segundo Sommerville (2011, p.20), “O processo de projeto de software aloca requisitos tanto para sistemas de hardware como para sistemas

de software, por meio de uma arquitetura geral do sistema”. Este processo é realizado de maneira que seus passos convergem para quatro atributos diferentes do sistema: estrutura de dados, arquitetura do software, detalhes procedurais e caracterização da interface. Neste estágio os requisitos são representados como abstrações de uma forma que permita a implementação do produto. Aqui também há a documentação dos requisitos alocados nesta etapa.

### **3.1. Levantamento de requisitos**

Segundo Sommerville (2011, p.57), “Os requisitos de um sistema são as descrições do que o sistema pode fazer, os serviços que oferece e as restrições a seu funcionamento”, é nos requisitos que estão refletidas as necessidades do cliente e onde se identifica a finalidade do software, ou seja, para qual objetivo este será designado.

Ainda segundo Sommerville (2011, p.65):

Os requisitos de usuário de um sistema devem descrever os requisitos funcionais e não funcionais de modo que sejam compreensíveis para usuários do sistema que não tenham conhecimentos técnicos detalhados. Idealmente, eles devem especificar somente o comportamento externo do sistema.

Observando o que diz Sommerville, logo acima, será visto o que cada “categoria” de requisitos descreve: os requisitos funcionais são aqueles que dizem o que o software deve fornecer, como deve se comportar a partir de algum comando e como reagir em determinadas situações. Já os não funcionais, são do projeto de desenvolvimento, estes requisitos estão ligados diretamente ao software e o projeto em si, ou seja, eles podem elencar desde a proteção e desempenho até a disponibilidade do sistema.

Neste caso, a fim de obter os requisitos funcionais e não funcionais para o software Ponto a Ponto, foi primeiramente realizada a atividade de levantamento de requisitos através de pesquisas com usuários do sistema de transporte coletivo de Maceió, a partir da qual foi possível elencar os requisitos funcionais, em conjunto com seus casos de uso, e os requisitos não funcionais, conforme apresentados nas seções seguintes.



### 3.1.1. Requisitos funcionais

Neste estágio inicial, levantamento de requisitos, foi possível elencar a seguinte lista de requisitos funcionais, ou seja, o que o aplicativo Ponto a Ponto deve oferecer aos seus usuários.

1. Realizar cadastro;
2. Mostrar já na tela inicial botões de navegação e abas do aplicativo;
3. Mostrar um mapa com localização;
4. Mostrar informações sobre o ponto de parada;
5. Mostrar informações sobre a linha;
6. Mostrar lista de linhas favoritas;
7. Informar qual ônibus deve-se embarcar para chegar a um determinado local;
8. Usar o recurso embarcado de forma independente;
9. Compartilhar com amigos qual ônibus se está embarcado;
10. Enviar calculo de rota para outro usuário.

Nas tabelas abaixo serão detalhados os requisitos listados acima, bem como os status de suas prioridades. Para estabelecer as prioridades destes requisitos, foram adotadas as denominações “essencial”, “importante” e “desejável”.

1. **Essencial** é o requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. Requisitos essenciais são requisitos imprescindíveis, que têm que ser implementados impreterivelmente.

2. **Importante** é o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim.

3. **Desejável** é o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

Tabela 2: requisito funcional

<b>Realizar cadastro</b> - Permite que o usuário faça seu cadastro no aplicativo a fim de registrá-lo no sistema e dar-lhe acesso as suas funcionalidades.			
<b>Prioridade:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

Tabela 3: requisito funcional

<b>Mostrar tela inicial</b> - Mostra ao usuário a tela inicial com os principais botões de navegação.			
<b>Prioridade:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

Tabela 4: requisito funcional

<b>Mostrar mapa e localização</b> - Mostra ao usuário sua localização em um mapa através de um marcador, e as localizações dos pontos próximos a ele com um marcador em cor diferenciada.			
<b>Prioridade:</b>	<input type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

Tabela 5: requisito funcional

<b>Informações do ponto</b> - Mostra ao usuário informações sobre o ponto selecionado, tais como: linhas que atendem aquele ponto, horários previstos de chegada dos próximos ônibus que atenderão o ponto a partir do momento da consulta e visão panorâmica do ponto.			
<b>Prioridade:</b>	<input type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

Tabela 6: requisito funcional

<b>Informações da linha</b> - Mostra ao usuário informações sobre a linha selecionada, tais como: quais os ônibus atendem aquela linha e o itinerário da mesma.			
<b>Prioridade:</b>	<input type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

Tabela 7: requisito funcional

<b>Mostrar favoritos</b> - Mostra ao usuário apenas a lista de linhas que o próprio usuário tenha selecionado previamente como favoritas.			
<b>Prioridade:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

Tabela 8: requisito funcional

<b>Como chegar</b> - Calcular para o usuário a rota que ele deverá percorrer e o ponto onde deve embarcar para se deslocar de um lugar a outro, de acordo com as coordenadas de origem e destino fornecidas pelo usuário.			
<b>Prioridade:</b>	<input type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

Tabela 9: requisito funcional

<b>Embarcado</b> - Permite ao usuário o acompanhamento de seu deslocamento através do itinerário do ônibus destacado no mapa, onde este poderá selecionar como ponto de desembarque qualquer ponto que esteja à frente do seu local no ato da seleção. A partir da seleção o usuário receberá notificações que indicarão a proximidade do ponto de desembarque e em que momento deve desembarcar.			
<b>Prioridade:</b>	<input type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

Tabela 10: requisito funcional

<b>Compartilhar</b> - Permite ao usuário compartilhar com outro usuário do sistema Ponto a Ponto a informações sobre seu percurso, destino e ônibus no qual ele está embarcado. Com o compartilhamento o usuário receptor terá acesso às informações atualizadas do usuário embarcado, facilitando assim o planejamento do usuário receptor às ações que desejar, a partir do recebimento do compartilhamento. A exemplo de um esposo que deve esperar sua esposa no ponto de desembarque da mesma.			
<b>Prioridade:</b>	<input type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

Tabela 11: requisito funcional

<b>Enviar rota</b> - Permite ao usuário enviar para outro usuário do sistema Ponto a Ponto, cálculos de rotas, a fim de ajudar ao usuário receptor em seu deslocamento utilizando o sistema de transporte coletivo.			
<b>Prioridade:</b>	<input type="checkbox"/> <b>Essencial</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Importante</b>	<input type="checkbox"/> <b>Desejável</b>

### 3.1.2. Diagrama de Casos de Uso

Tem por objetivo facilitar a comunicação entre o desenvolvedor do software e o cliente, ele mostra num cenário figurado o que num texto ficaria extenso e cansativo,

proporcionando ao cliente, de forma cognitiva, uma visualização das funções que o software poderá executar. Neste diagrama são representados os requisitos levantados das necessidades do cliente.

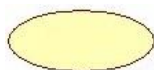
Por convenção o diagrama de caso de uso é representado com os seguintes elementos:

- Atores



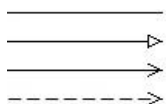
Representado por um boneco rotulado logo abaixo, o ator é um usuário do sistema, este pode ser tanto um humano quanto outro sistema computacional.

- Caso de uso



Representado por uma elipse com o nome do caso de uso dentro, o caso de uso define uma função do sistema, ou seja, representa aquilo que o sistema pode fazer.

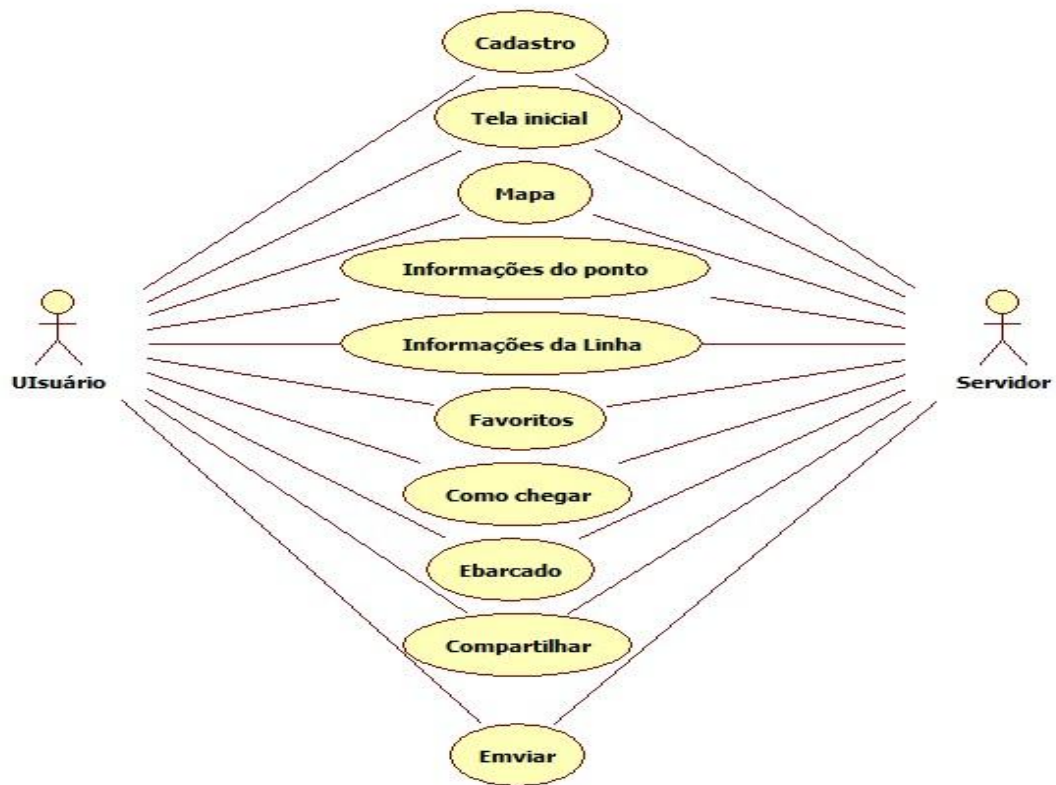
- Relacionamentos do caso de uso



As representações de relacionamentos indicam como os elementos irão se relacionar entre si. A linha contínua indica uma relação de associação, representa a interface onde o ator se relaciona com o software, a contínua com seta fechada representa uma generalização, isto quer dizer que a forma da execução da tarefa não é exclusiva daquele relacionamento, mas que também acontece em outro ou outros, a linha contínua com seta aberta representa uma associação direta, ou seja, a execução daquela tarefa depende exclusivamente daquela relação, e a linha tracejada com seta aberta representa uma dependência, onde a tarefa para ser executada depende de outro caso de uso.

Neste contexto será visto logo abaixo uma diagramação de caso de uso que representa as funcionalidades do aplicativo Ponto a Ponto.

Figura 17- Caso de uso do software Ponto a Ponto



Fonte: do autor

### 3.1.2.1.Eventos dos casos de uso

Para cada caso de uso levantado foi elaborados o sequenciamento de seus eventos conforme observados abaixo.

Tabela 12: caso de uso

<b>Caso de uso 1</b>	<b>Cadastro</b>
Ator	Usuário
Propósito	Realizar cadastro
Requisito	Abrir o aplicativo pela primeira vez após a instalação e estar conectado a internet
Visão geral	O usuário terá acesso a uma tela onde será possível realizar seu cadastro no servidor

Ação - Ator	Resposta - Sistema
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tocar no ícone do aplicativo.</li> <li>3. Inserir número de telefone.</li> <li>6. Inserir código de validação.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Abrir tela Cadastro com uma caixa de texto para que o cliente insira seu número de telefone.</li> <li>4. Enviar número ao servidor que por sua vez enviará uma mensagem via SMS para o número cadastrado contendo um código de validação.</li> <li>5. Abrir caixa de texto para que o usuário insira o código de validação.</li> <li>7. Enviar código de validação ao servidor que por sua vez enviará ao aplicativo o status do cadastro que, notificará ao usuário o status da validação se o cadastro for considerado inválido.</li> <li>8. Seguir para a Tela inicial, caso o cadastro tenha sido considerado válido.</li> </ol>

Tabela 13: caso de uso

<b>Caso de uso 2</b>	<b>Tela inicial</b>
Ator	Usuário
Propósito	Mostrar tela inicial do aplicativo
Requisito	Ter o Cadastro válido
Visão geral	O usuário terá acesso aos botões <b>Menu</b> e <b>Embarcado</b> e as abas “ <b>Favoritos</b> ” e “ <b>Como chegar</b> ”

Ação - Ator	Resposta - Sistema
1. Tocar no ícone do aplicativo Ponto a Ponto.	2. Abrir tela inicial do aplicativo fixando na parte superior em todas as telas posteriores os botões Menu e Embarcado e as abas “Favoritos” e “Como chegar”.

Tabela 14: caso de uso

<b>Caso de uso 3</b>	<b>Tela Mapa</b>
Ator	Usuário
Propósito	Mostrar na tela do aplicativo um mapa com a localização atual do usuário e os pontos de parada de ônibus próximos a localização do mesmo.
Requisito	Estar na tela inicial do aplicativo, com a localização por GPS do aparelho ativada e com acesso a internet.

Visão geral	O usuário verá sua localização apontada por um marcador em um mapa bem como os pontos próximos a sua localização, também apontados por marcadores, porém estes em cor diferente do marcador de localização do usuário.
-------------	--

Ação - Ator	Resposta - Sistema
1. Abrir tela inicial do aplicativo	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Verificar se localização por GPS do aparelho e conexão com internet estão ativos.</li> <li>3. Caso não esteja, solicitar ativação, caso esteja, prosseguir.</li> <li>4. Conectar-se ao servidor que por sua vez se conectará a API do Google Maps e a API da SMTT.</li> <li>5. Apresentar no mapa a localização do usuário e os pontos de parada próximos a ele.</li> </ol>

Tabela 15: caso de uso

<b>Caso de uso 4</b>	<b>Informações do ponto</b>
Ator	Usuário
Propósito	Mostrar informações inerentes ao ponto de parada escolhido pelo usuário
Requisito	Estar na tela Mapa, com acesso a internet e os pontos de parada com seus respectivos marcadores já presentes no mapa
Visão geral	O usuário verá o endereço, ponto de referência e uma lista dos ônibus que atendem aquele ponto, bem como seus respectivos horários, se é adaptado ou não e também os botões e Visão panorâmica



Ação - Ator	Resposta - Sistema
1. Tocar no marcador do ponto desejado.	2. Conectar-se ao servidor que por sua vez se conectará a API da SMTT. 3. Mostrar uma tela com endereço e ponto de referência do ponto de parada selecionado, lista dos ônibus que atenderão o ponto selecionado nos próximos 180 minutos com suas respectivas linhas, números, horários previstos de chegada ao ponto e se este é adaptado. 4. Atualizar informações a cada 60 segundos.
5. Tocar no botão Visão panorâmica.	6. Conectar-se ao servidor que por sua vez se conectará a API do Google Maps. 7. Mostrar através do recurso <i>Street View</i> uma visão panorâmica do ponto de parada selecionado.



8. Tocar no botão Favoritos.	<p>Google Maps e a API da SMTT.</p> <p>7. Mostrar no mapa, em destaque, o percurso que o ônibus percorrerá a partir daquele ponto de parada.</p> <p>9. Salvar na tela Favoritos a linha selecionada como favorita.</p>
------------------------------	--

Tabela 17: caso de uso

<b>Caso de uso 6</b>	<b>Tela Favoritos</b>
Ator	Usuário
Propósito	Mostrar lista das linhas selecionadas pelo usuário como favoritas
Requisito	Estar em qualquer tela do aplicativo com acesso a internet
Visão geral	O usuário terá acesso a lista apenas das linhas selecionadas como favoritas e terá a partir daí todos os recursos do Caso de uso 5

<b>Ação - Ator</b>	<b>Resposta - Sistema</b>
<p>1. Tocar na aba Favoritos.</p> <p>3. Tocar sobre a representação da linha desejada.</p>	<p>2. Abrir tela Favoritos com a lista das linhas selecionadas previamente como favoritas pelo usuário.</p> <p>4. Conectar-se ao servidor que por sua vez se conectará com a API da SMTT.</p> <p>5. Mostrar a linha selecionada, os</p>

7. Tocar sobre a representação do ônibus.

números dos ônibus que a atendem, com o símbolo padrão de acessibilidade em cor azul se o ônibus for adaptado e em cinza com um traço cortando-o se não for adaptado, bem como, horário previsto de chegada dos ônibus desta linha nos próximos 120 minutos.

6. Atualizar informação a cada 60 segundos.

8. Conectar-se ao servidor que por sua vez se conectará com a API do Google Maps e a API da SMTT.

9. Mostrar no mapa, em destaque, o percurso que o ônibus percorrerá a partir daquele ponto de parada.

Tabela 18: caso de uso

<b>Caso de uso 7</b>	<b>Como chegar</b>
Ator	Usuário
Propósito	Indicar ao usuário qual ônibus embarcar para chegar a um determinado local e avisá-lo quando deve desembarcar
Requisito	Estar em qualquer tela do aplicativo, ter acesso a internet e estar com a localização por GPS do aparelho ativada
Visão geral	O usuário receberá a informação sobre qual ônibus embarcar para chegar ao destino consultado, acompanhará seu percurso após o embarque em um mapa e receberá notificações de quando e onde deve desembarcar

Ação - Ator	Resposta - Sistema
<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="288 309 692 338">1. Tocar na aba Como chegar.</li>          <li data-bbox="288 801 823 976">3. Entrar com origem e destino utilizando a caixa de texto para escrever os endereços ou selecionando no mapa os respectivos pontos tocando sobre o marcador.</li>          <li data-bbox="288 1397 764 1426">6. Tocar no botão Próximos ônibus.</li>          <li data-bbox="288 1671 823 1733">8. Tocar na representação da linha desejada.</li>          <li data-bbox="288 1955 823 2018">10. Tocar na representação do ônibus quando embarcado.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="895 371 1430 770">2. Abrir tela Como chegar e Conectar-se ao servidor que por sua vez se conectará a API do Google Maps e a API da SMTT, sendo esta tela dividida ao meio e tendo na parte superior, caixas de texto para a entrada da origem e para a entrada do destino, e na parte inferior, mapa mostrando a localização atual do usuário e os pontos de parada próximos a ele.</li>          <li data-bbox="895 1014 1430 1117">4. Conectar-se ao servidor que por sua vez se conectará a API do Google Maps e a API da SMTT.</li>          <li data-bbox="895 1151 1430 1361">5. Mostrar todas as linhas que atendem a origem X destino consultado, mostrar os horários previstos de chegada, no ponto de origem, de todos os ônibus que atendem a consulta.</li>          <li data-bbox="895 1462 1430 1632">7. Mostrar apenas os próximos ônibus que atenderão a origem X destino consultado, mostrar os horários de chegada dos ônibus que atendam a consulta no ponto de origem.</li>          <li data-bbox="895 1767 1430 1924">9. Mostrar os horários de chegada prevista dos próximos ônibus que atendem a linha selecionada, tempo estimado de chegada até o destino e o trajeto destacado no mapa.</li></ol>

11. Mostrar a localização do usuário no trajeto destacado no mapa como uma figura de um ônibus, mostrar tempo estimado até o ponto de destino, notificar quando estiver faltando dois pontos de parada para o destino, notificar quando faltar um ponto para o destino, notificar após passar 200 metros deste penúltimo, notificar chegada ao destino.
12. Atualizar informações em tempo real.

Tabela 19: caso de uso

<b>Caso de uso 8</b>	<b>Embarcado</b>
Ator	Usuário
Propósito	Acompanhar o embarque do usuário dando-lhe suporte sobre o ônibus, linha, previsões de horário e trajeto.
Requisito	Estar embarcado em um ônibus atendido pelo aplicativo Ponto a Ponto
Visão geral	O usuário verá informações sobre o ônibus que está embarcado, previsão de chegada ao próximo ponto de parada e no terminal, trajeto, e pode selecionar qualquer ponto de parada que o ônibus atenderá a partir daquele momento como ponto de destino

<b>Ação - Ator</b>	<b>Resposta - Sistema</b>
1. Tocar no botão Embarcado	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Conectar-se a API do Google Maps e a API da SMTT.</li> <li>3. Localizar em qual ônibus o usuário está embarcado.</li> </ol>

<p>6. Tocar no ponto de parada que deseja desembarcar.</p>	<p>4. Caso não seja possível a localização, notificar ao usuário sobre a inconsistência, caso o usuário seja localizado, prosseguir ao passo seguinte.</p> <p>5. Mostrar a localização do usuário no trajeto destacado no mapa como uma figura de um ônibus, mostrar todos os pontos de parada ao longo do trajeto e o tempo estimado de chegada ao próximo ponto de parada e no terminal.</p> <p>7. Notificar quando estiver faltando dois pontos de parada para o destino, notificar quando faltar um ponto para o destino, notificar após passar 200 metros deste penúltimo, notificar chegada ao destino.</p> <p>8. Atualizar informações em tempo real.</p>
--	--

Tabela 20: caso de uso

<b>Caso de uso 9</b>	<b>Compartilhar</b>
Ator	Usuário
Propósito	Compartilhar com contatos da agenda do usuário, através do aplicativo Ponto a Ponto, qual o ônibus se está embarcado
Requisito	Estar na tela <b>Embarcado</b> e conectado a internet
Visão geral	O usuário poderá compartilhar com outros usuários do aplicativo Ponto a Ponto em qual ônibus está embarcado, a fim de que o usuário receptor do compartilhamento possa programar seu embarque no mesmo ônibus ou mesmo aguardar o desembarque do emissor do compartilhamento, se assim desejar. O usuário receptor terá acesso às mesmas informações atualizadas sobre o “Embarcado” do usuário emissor

Ação - Ator	Resposta - Sistema
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tocar no botão Compartilhar, quando embarcado.</li> <li>3. Selecionar até dez contatos.</li> <li>4. Tocar no botão enviar.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Mostrar lista dos contatos da agenda do usuário que tenham cadastro no servidor Ponto a Ponto.</li> <li>5. Enviar os dados ao servidor que por sua vez enviará ao(s) contato(s) selecionado(s).</li> </ol>

Tabela 21: caso de uso

<b>Caso de uso 10</b>	<b>Enviar rota</b>
Ator	Usuário
Propósito	Enviar calculo de rotas para contatos da agenda do usuário.
Requisito	Ter calculado a rota na tela <b>Como chegar</b> e estar conectado a internet
Visão geral	O usuário envia para outros usuários do aplicativo Ponto a Ponto, uma rota pesquisada por ele, usuário emissor, com informações sobre qual ônibus o usuário recebedor deve embarcar, bem como em qual ponto de parada, em qual horário, o trajeto que será percorrido e qual ponto de parada se deve desembarcar, a fim de um usuário ajudar outro a planejar seu deslocamento



Ação - Ator	Resposta - Sistema
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tocar no botão Enviar rota.</li>   <li>3. Selecionar até dez contatos.</li> <li>4. Tocar no botão enviar.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Mostrar lista dos contatos da agenda do usuário que tenham cadastro no servidor Ponto a Ponto.</li>   <li>5. Enviar os dados ao servidor que por sua vez enviará ao(s) contato(s) selecionado(s).</li> </ol>

### 3.1.3. Requisitos não funcionais

Neste primeiro estágio, foi possível também documentar os requisitos não funcionais que serão vistos a seguir:

1. Interface amigável;
2. Disponibilidade para download;
3. Integridade;
4. Tempo de Resposta.

Nas tabelas abaixo estão detalhados os requisitos listados acima.

Tabela 22: requisito não funcional

**Interface amigável** - A interface é elo do aplicativo com o usuário e é de supra importância, pois é dela, em grande parte, que depende a aceitação do produto.

A usabilidade da interface se dará através de telas sem poluição visual e com ícones intuitivos em seus botões.

Tabela 23: requisito não funcional

<b>Disponibilidade para download</b> - A disponibilidade em diversos meios, não só dá acesso para downloads do programa como também é uma forma de propagandear sua existência.
---

O aplicativo deve ser disponibilizado nas lojas online especializadas.
--

Tabela 24: requisito não funcional

<b>Integridade</b> - A integridade dos dados e informações deve ser priorizada.
---

As informações fornecidas devem estar rigorosamente coerentes com os dados coletados nas APIs consultadas.
--

Tabela 25: requisito não funcional

Tempo de resposta - O tempo de resposta do aplicativo dependerá do poder de processamento do aparelho ao qual está instalado e da velocidade da internet que o usuário esteja conectado.
--

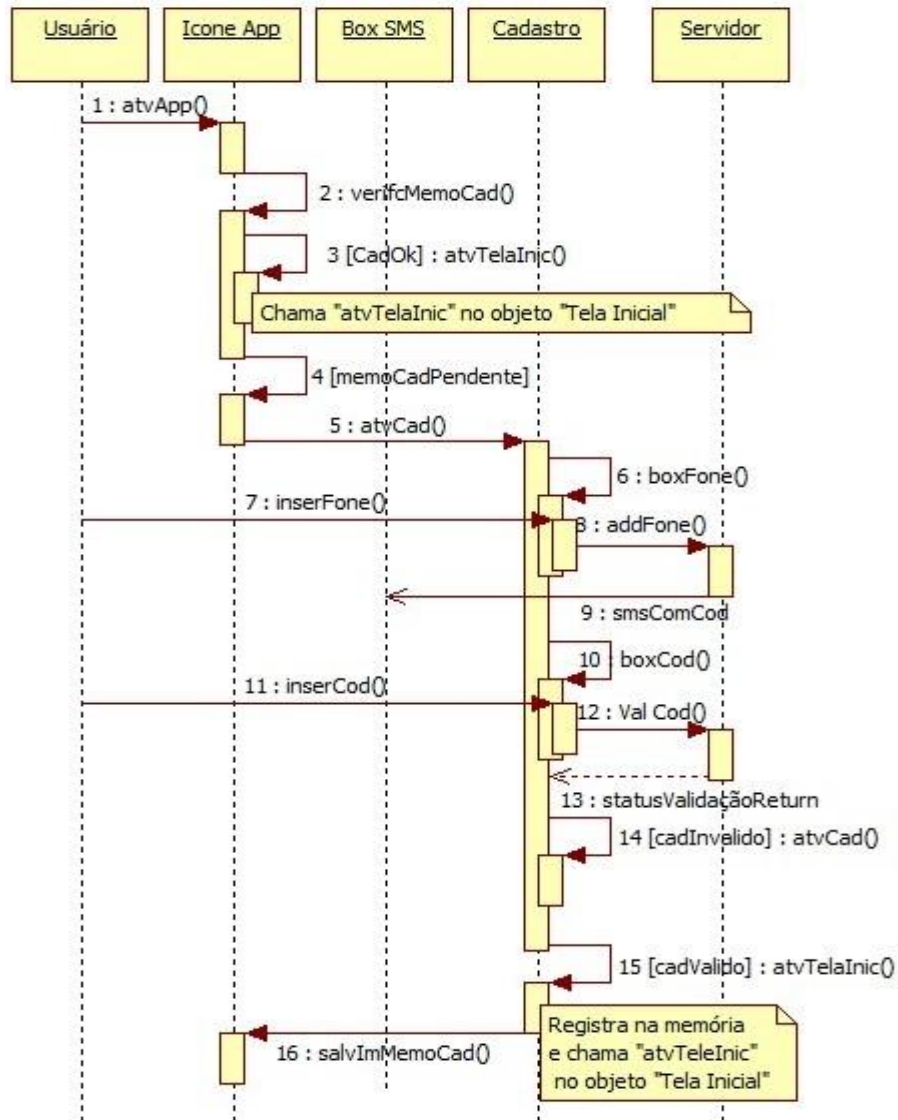
É recomendado que o cliente possua um aparelho que lhe permita acesso a conexão 3g ou superior.
---

### 3.2. Diagramas de sequência

Segundo Sommerville (2011), “Como o próprio nome indica, um diagrama de sequência amostra a sequência de interação que ocorre durante um caso de uso em particular ou em uma instancia de caso de uso.” Ele diz ainda que o diagrama de sequência “representa as interações entre os atores e os objetos do software e também dos objetos entre si”.

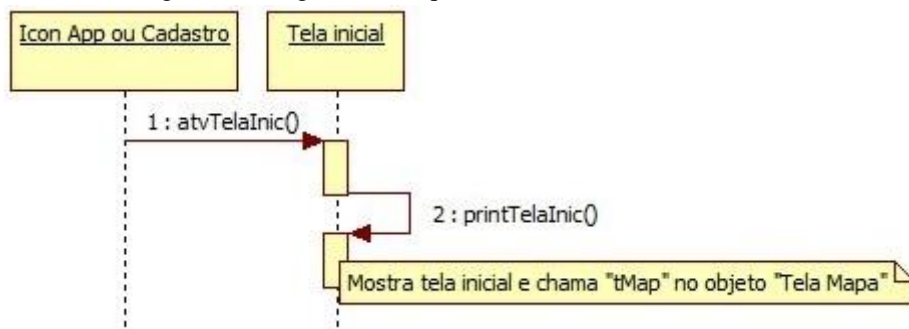
Abaixo é possível acompanhar nos diagramas de sequencia, Figuras de 17 a 27, o sequenciamento dos casos de uso elencados a partir dos requisitos levantados para o aplicativo Ponto a Ponto.

Figura 17- Diagrama de sequência do caso de uso Cadastro



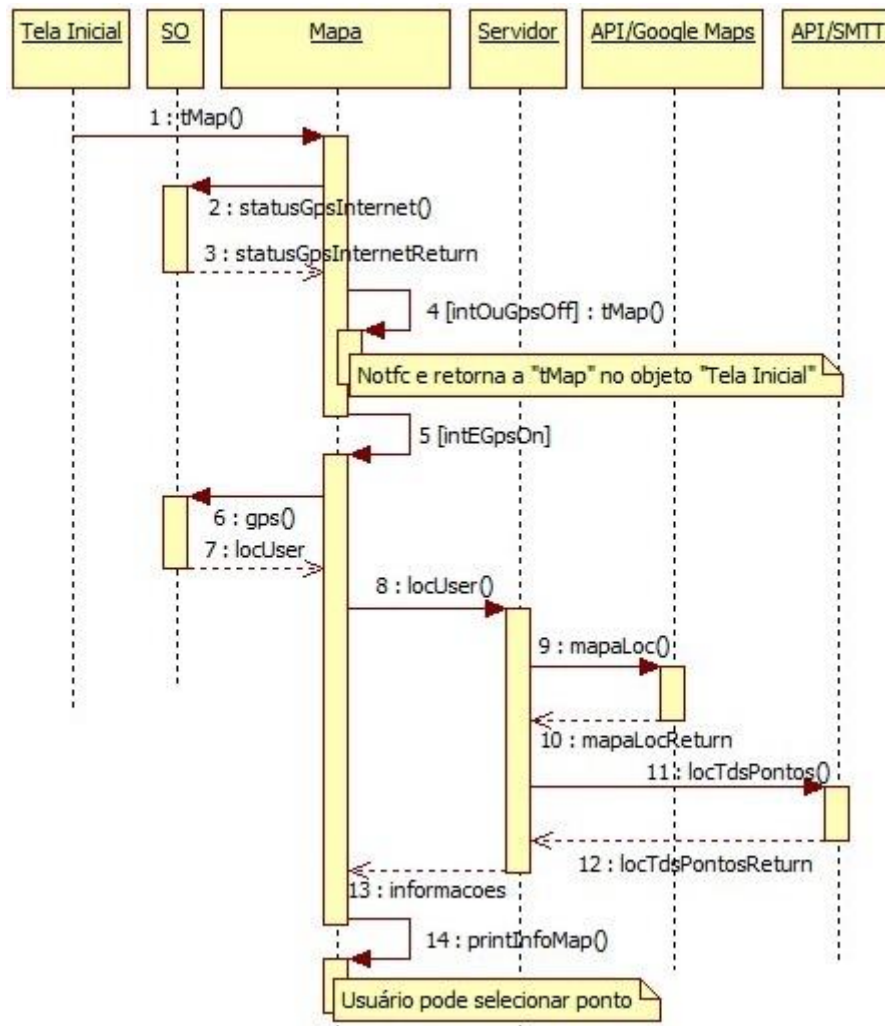
Fonte: do autor

Figura 18- Diagrama de sequência do caso de uso Tela inicial



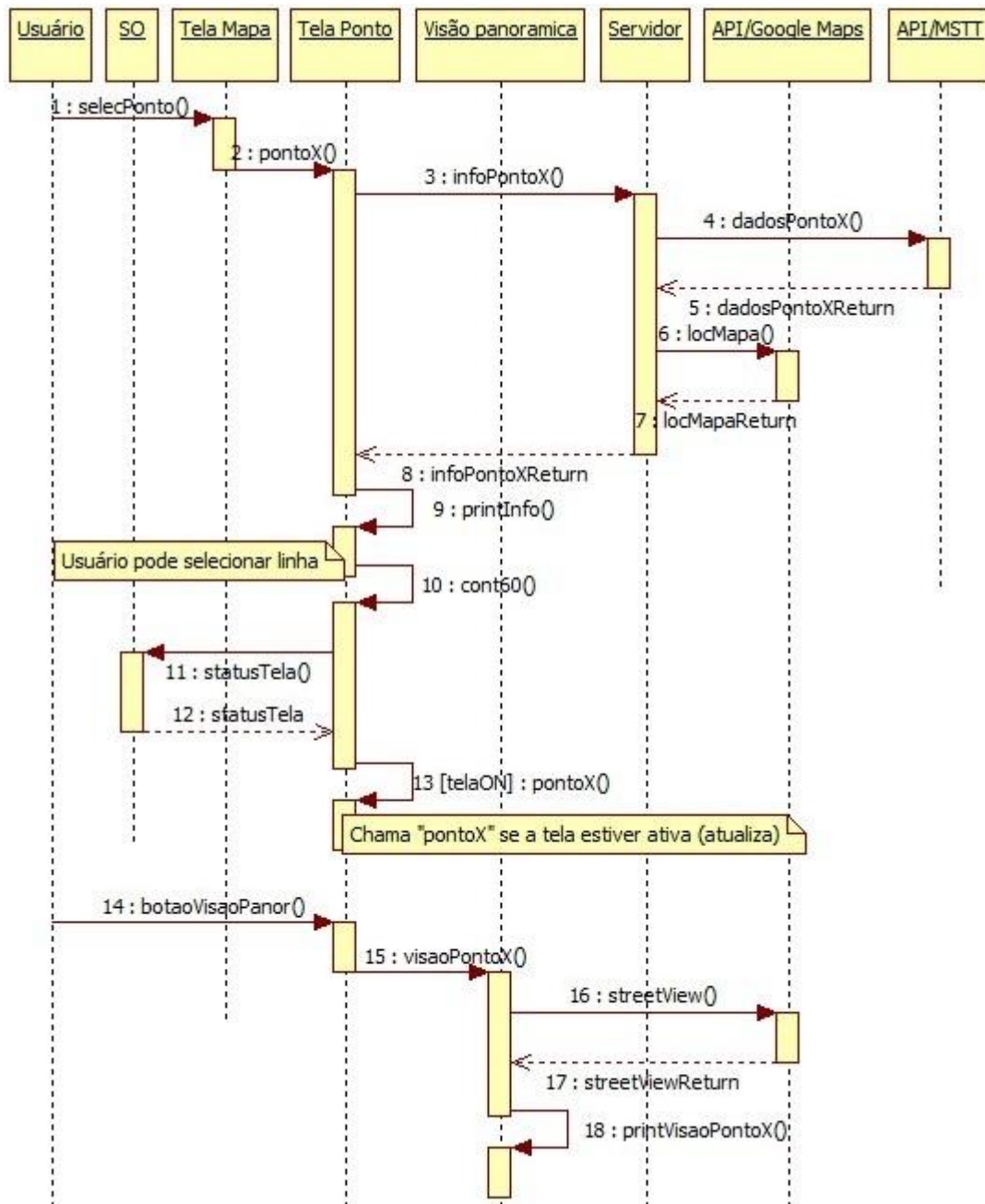
Fonte: do autor

Figura 19- Diagrama de sequência do caso de uso Tela Mapa



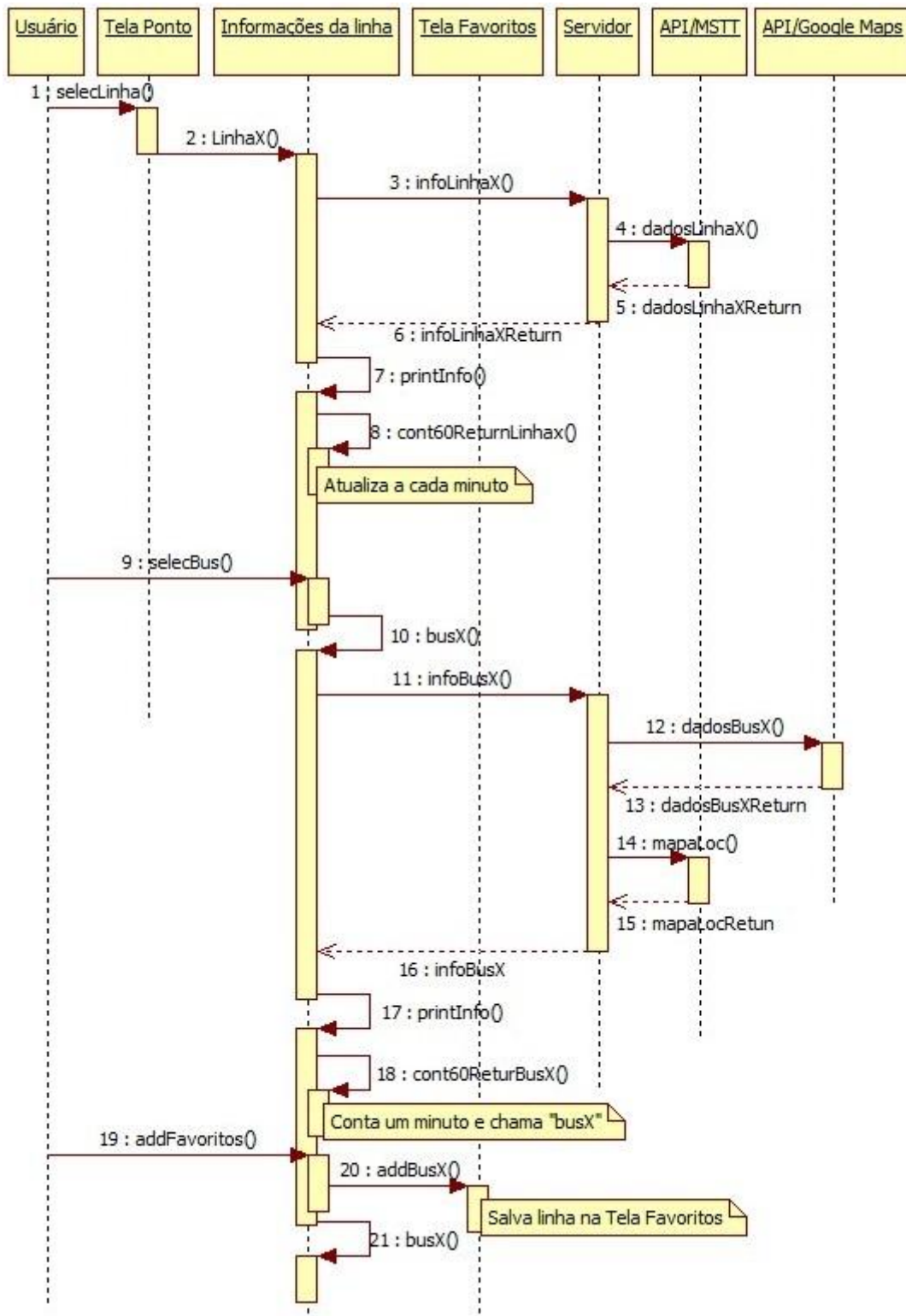
Fonte: do autor

Figura 20 - Diagrama de sequência do caso de uso Informações do ponto



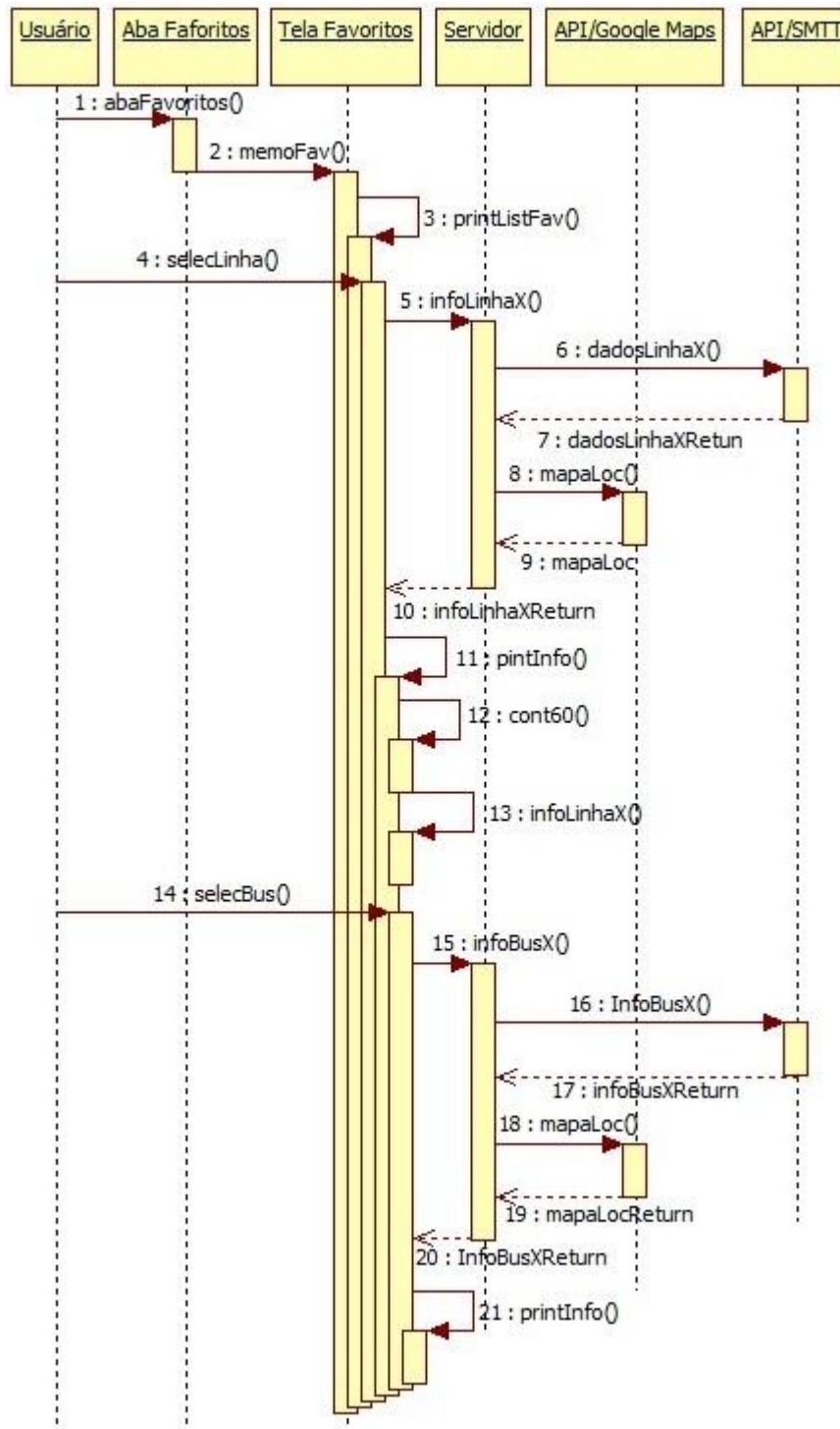
Fonte: do autor

Figura 21 - Diagrama de sequência do caso de uso Informações da linha



Fonte: do autor

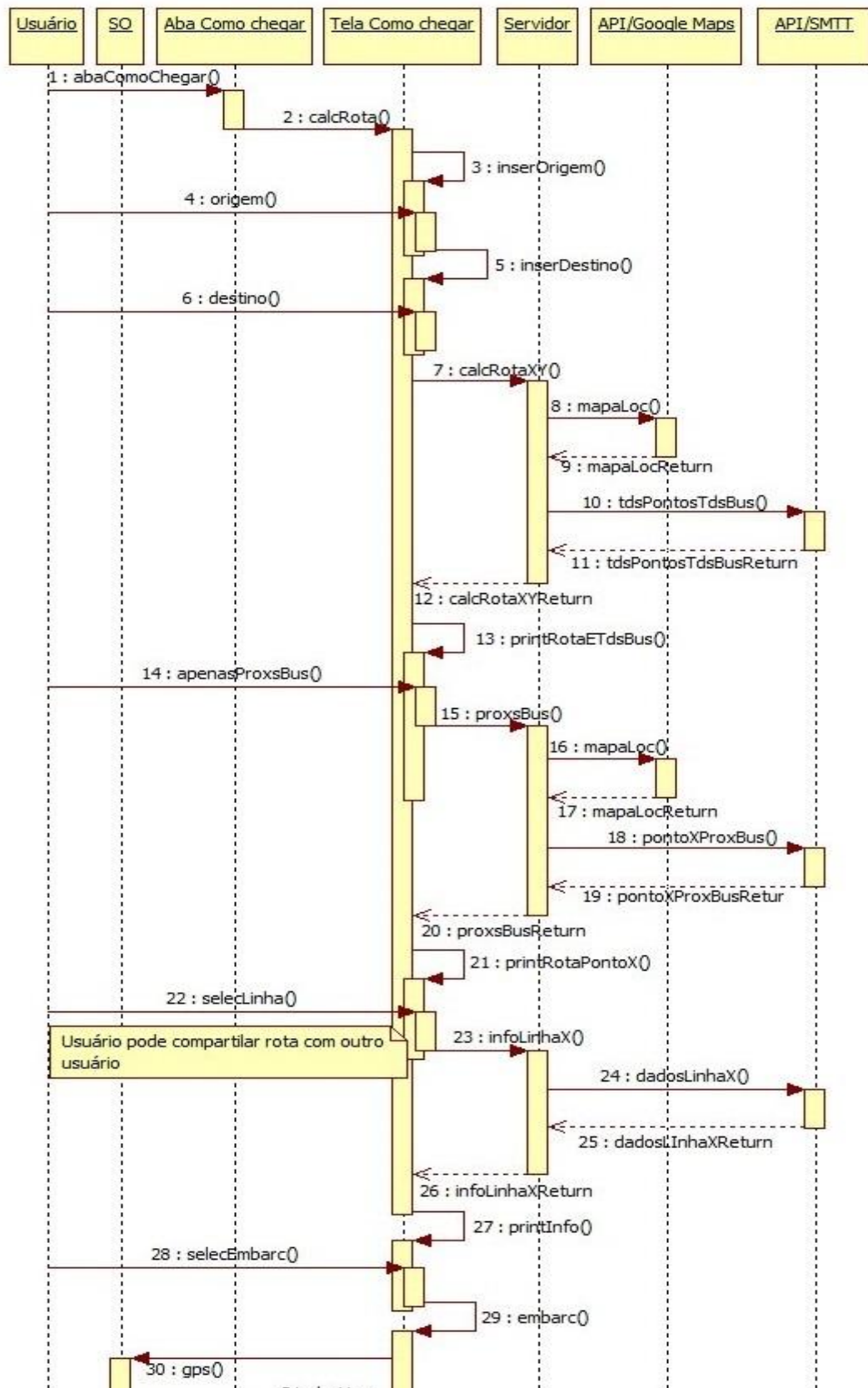
Figura 22 - Diagrama de seqüência do caso de uso Tela Favoritos



Fonte: do autor



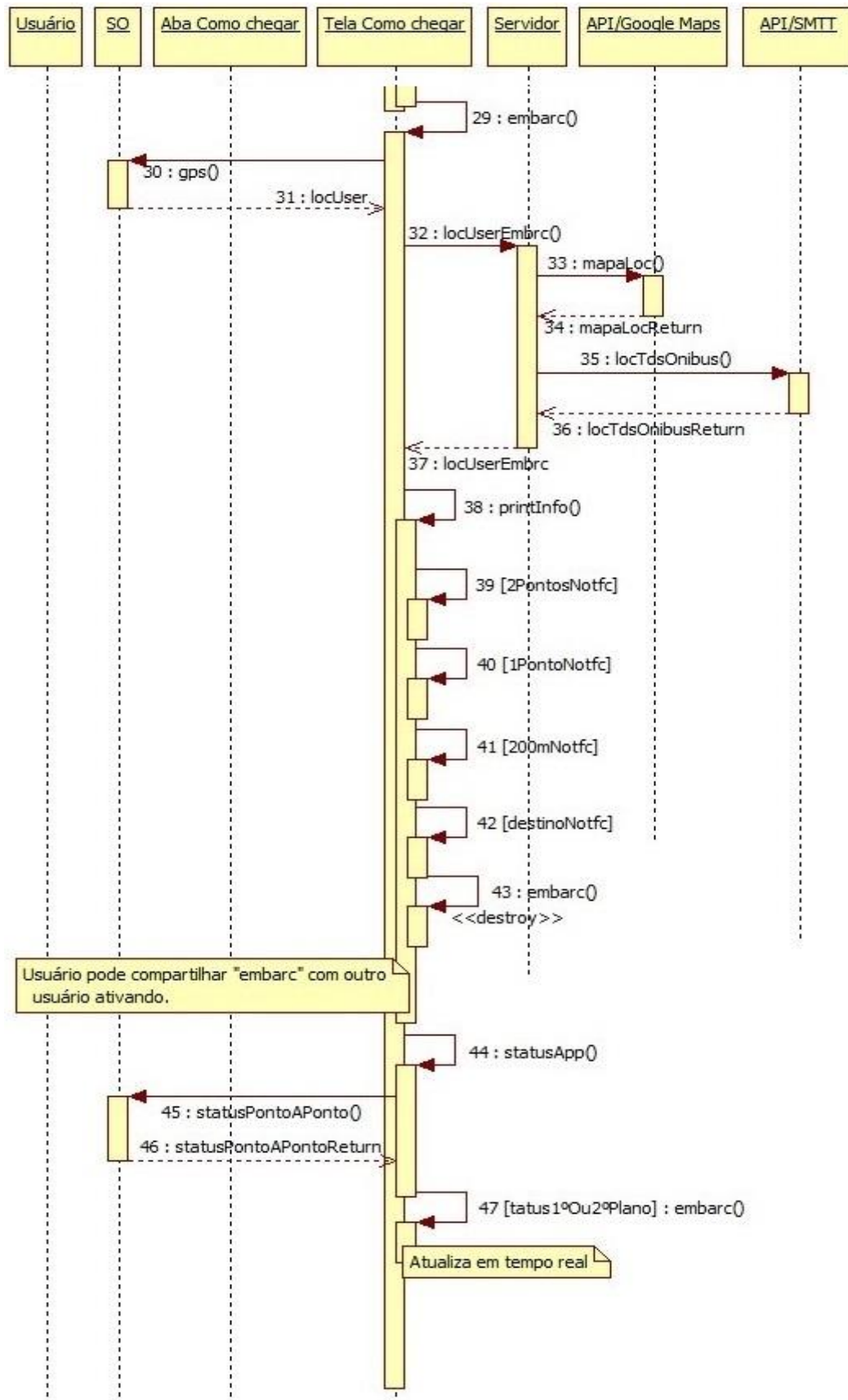
Figura 23 - Diagrama de sequência do caso de uso Como chegar (Parte 01)



Fonte: do autor

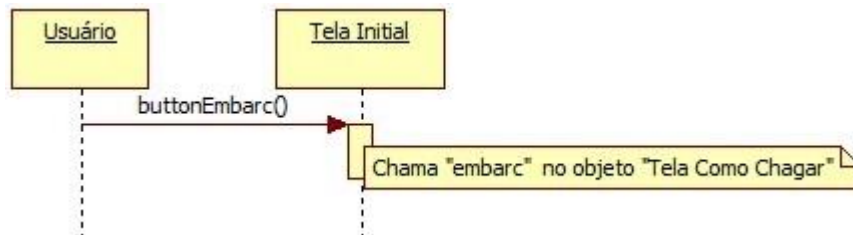


Figura 24 - Continuação do Diagrama de sequência do caso de uso Como chegar (Parte 02)



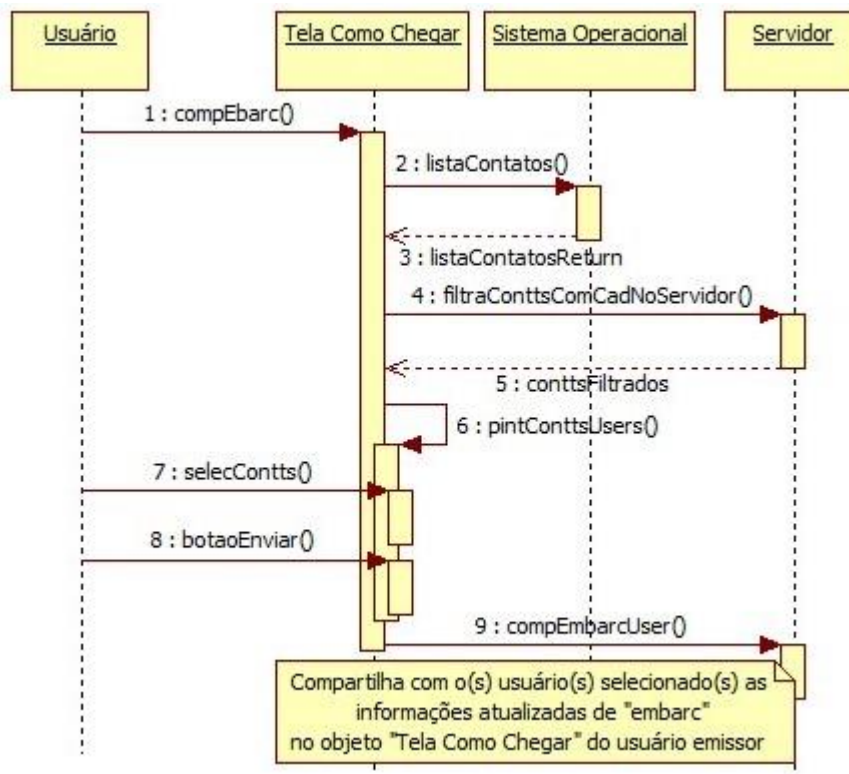
Fonte: do autor

Figura 25 - Diagrama de sequência do caso de uso Embarcado



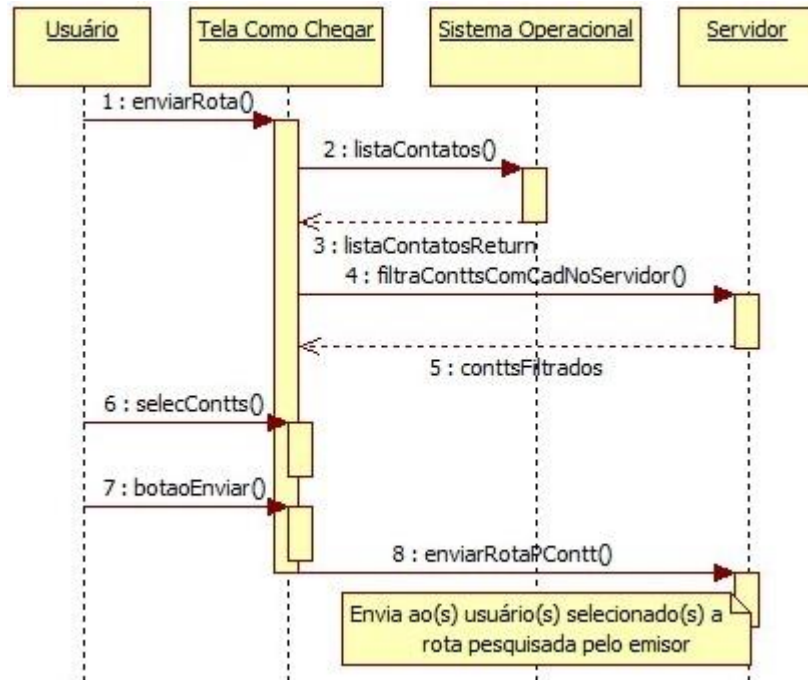
Fonte: do autor

Figura 26 - Diagrama de sequência do caso de uso Compartilhar Embarcado



Fonte: do autor

Figura 27- Diagrama de sequência do caso de uso Enviar

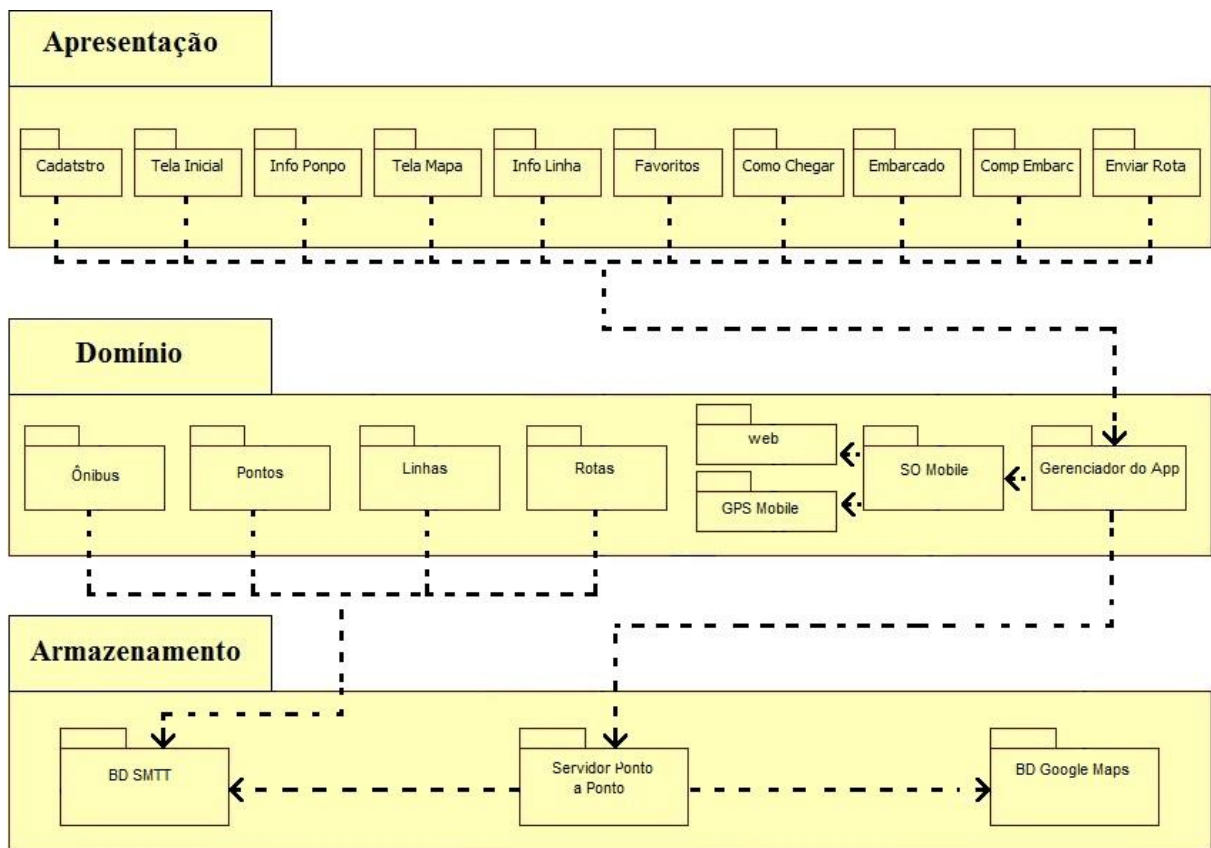


Fonte: do autor

### 3.3. Diagrama de arquitetura

Diagrama de Arquitetura mostra a composição do sistema dividida em três camadas, a primeira camada mostra a interface com o usuário, nela ficam as telas da aplicação através da qual o usuário poderá interagir com o sistema, na segunda camada fica o domínio, ou seja, o gerenciamento do sistema, e na última camada fica o banco de dados, que neste caso abrange inclusive os dados das APIs consultadas.

Figura 28 - Diagrama de arquitetura do projeto Aplicativo Ponto a Ponto



Fonte: do autor

### 3.4. Diagrama de classes

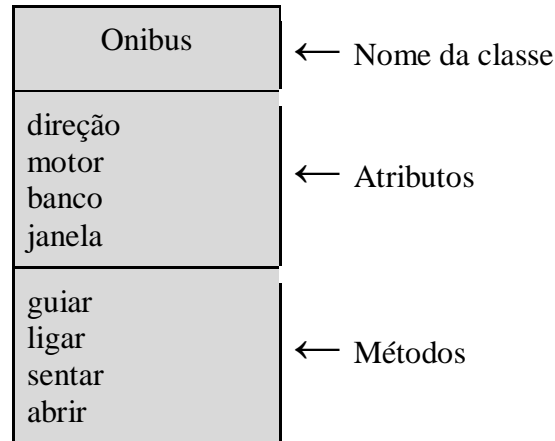
Primeiro é preciso entender o que é uma classe na notação UML para facilitar o entendimento do diagrama como um todo.

Visando facilitar a compreensão, pode-se descrever uma classe na forma de tabela, contendo: na célula superior o nome da classe, na célula abaixo, os atributos desta classe e na última célula, os métodos de como esta classe executa suas tarefas.

Para ilustrar o que foi dito no parágrafo anterior, pode ser observado o seguinte exemplo: se for criado uma classe com o nome “Onibus”, pode-se elencar quais atributos pertencerá a esta classe, para isto é bastante analisar sob a ótica da necessidade do projeto, e então será possível saber quais atributos serão elencados. Visto desta forma, serão listados como exemplo os seguintes atributos: direção, motor, bancos, janelas... ou seja, tudo aquilo que a classe Onibus possui. Agora é possível listar os métodos, que por convenção são sempre

listados como verbos, haverá então os métodos: guiar, ligar, sentar, abrir... Organizados conforme a Figura 29, logo abaixo.

Figura 29 - Exemplo de um diagrama de classe representando a classe Onibus.



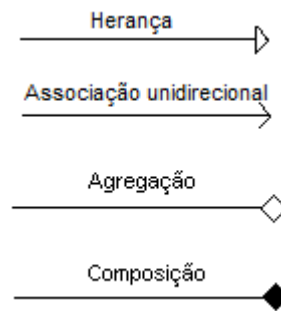
Fonte: do autor

Um diagrama de classes ilustra classes, suas estruturas e os relacionamentos estáticos entre elas.

Há três tipos de relacionamento entre classes, **associação**, **agregação** e **generalização**, estes relacionamentos permitem que objetos de uma classe se conectem com objetos de outra classe, as representações destes relacionamentos indicarão qual a relação de uma classe com a outra que está na extremidade oposta.

A ligação entre as classes é feita por um segmento de reta que une uma classe a outra, ficando em uma das extremidades deste segmento a representação do relacionamento. Sendo que, uma seta identifica um relacionamento chamado de associação unidirecional, um losango indica um relacionamento de agregação entre as classes, porém, se o losango tem seu interior totalmente preenchido se diz que é uma agregação forte ou uma composição, se o losango não tem seu interior preenchido se diz que é uma agregação fraca, ou simplesmente que é uma agregação, e por fim, há a generalização ou herança, onde a representação é feita por um triângulo em que sua base se posiciona ao final do segmento de reta e seu ângulo oposto a base aponta para a classe, estes tipos de relacionamentos podem ser vistos na Figura 30.

Figura 30 - Tipos de relacionamento

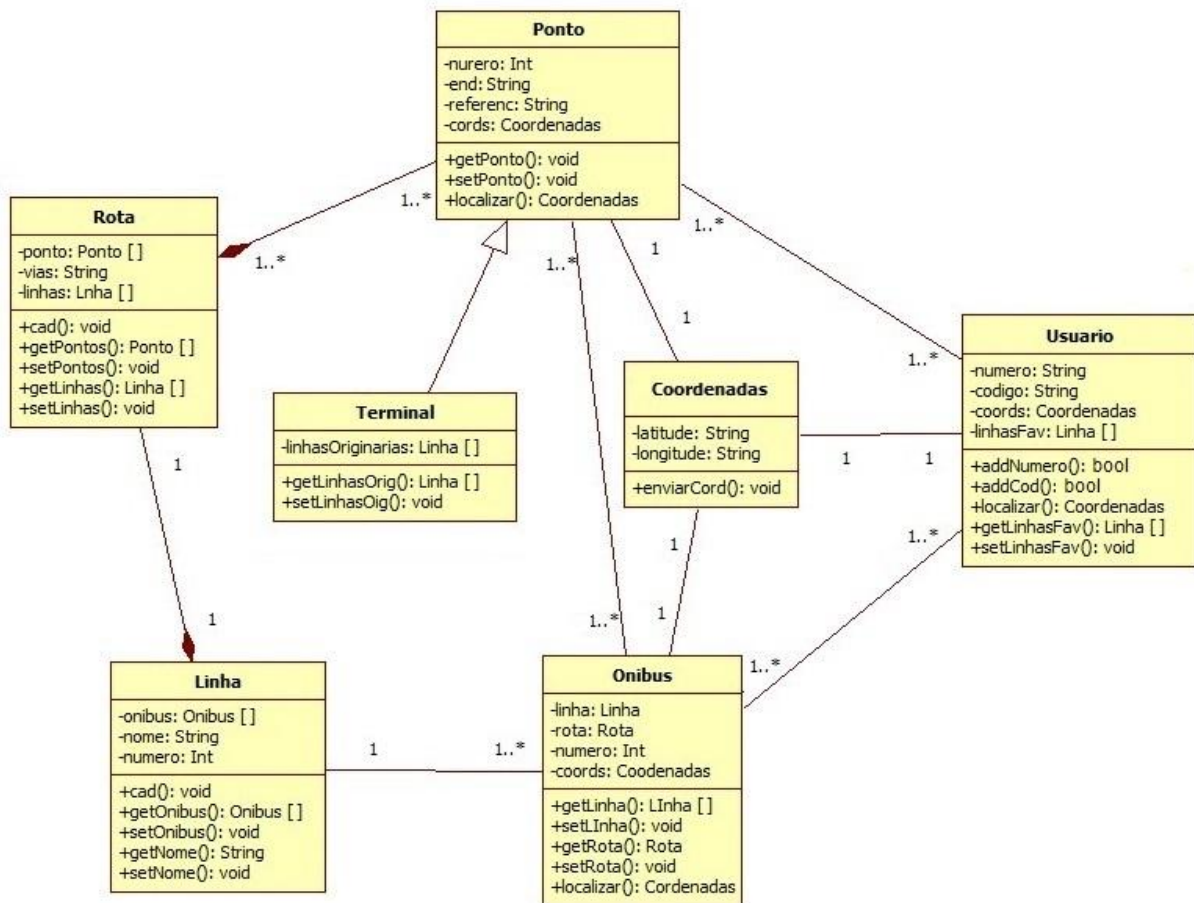


Fonte: do autor

O diagrama de classes é um dos diagramas mais importantes da notação UML, ele oferece três perspectivas diferentes; quando destinado ao cliente ele oferece de uma forma conceitual o modo de funcionamento do sistema, para que o cliente possa entender e participar desta fase. Quando destinado a gestores do projeto ou pessoas envolvidas nele, porém que não precisam saber detalhes do mesmo, uma vez que não são estes que irão implementar, o diagrama de classes oferece a perspectiva de especificação, onde é focado as principais interfaces da arquitetura e os principais métodos, e não como irão ser implementados. Já para os desenvolvedores a perspectiva oferecida é a de implementação, que aborda vários detalhes, tais como, navegabilidade, tipo dos atributos, tipos dos métodos, etc.

Na Figura 31 está representado o diagrama de classes do sistema Ponto a Ponto.

Figura 31 - Diagrama de classes do Aplicativo Ponto a Ponto



Fonte: do autor

### 3.5. Prototipação de telas

A prototipação mostra de uma forma mais familiar ao cliente, protótipos gráficos onde é possível ver todo o conteúdo visual do sistema através do qual o usuário irá interagir, ou seja, é na prototipação que se demonstra a visualização gráfica da interface.

Nesta etapa do segundo estágio do modelo em cascata o cliente participa fornecendo informações de como ele quer que seu sistema se mostre para o usuário.

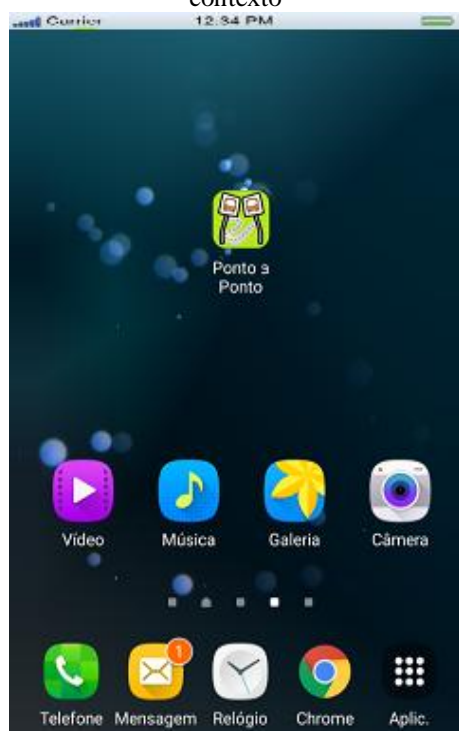
Nas figuras que vão de 32 a 39 se encontram os protótipos relacionados ao aplicativo Ponto a Ponto, trazendo um visual descontraído, interface intuitiva e comunicação textual bem informal, passando a ideia de intimidade com o usuário.

Figura 32: Ícone do aplicativo Ponto a Ponto



Fonte: do autor

Figura 33: Ícone do aplicativo Ponto a Ponto em seu contexto



Fonte: do autor

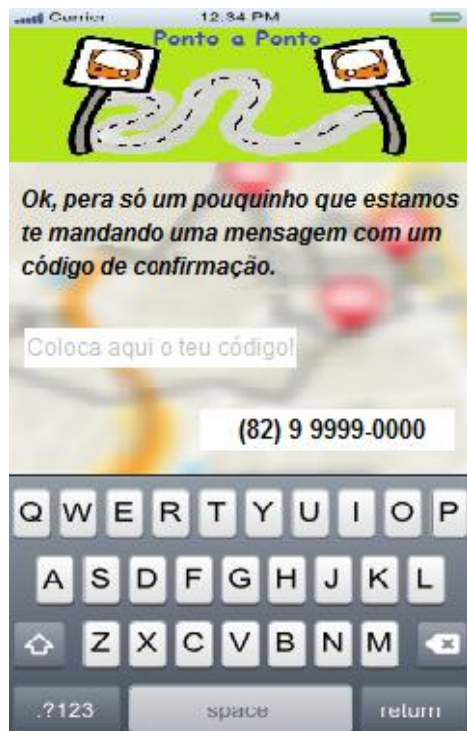
Figura 34: Tela de cadastro 1



Fonte: do autor



Figura 35: Tela de cadastro 2 (após o usuário ter inserido o número)



Fonte: do autor

Figura 36: Tela de felicitações após concluir o cadastro com êxito



Fonte: do autor

Figura 37: Tela inicial do aplicativo



Fonte: do autor

Figura 38: Informações do ponto selecionado

Ponto - 152 Av. Fernandes Lima			
*Ao vivo			
1561	T.I Benedito Bentes X P. Verde - Via Santa Lúcia	10:02	
2215	Ufal / Ipioca - via Lad. do Oleo / Eustáquio Gomes	10:04	
6145	Clima Bom Ponta Verde Vvia Farol	10:04	
6415	Vilage Camprestre II X Centro / Farol	10:06	
1225	Rio Largo / Mata do Rolo	10:07	
3262	Salvador Lira X Iguatemi	10:07	
8456	Rio Largo / Gustavo Piva	10:08	
6952	Santos Dumont X Tonicha / Farol (Dica)	10:08	

Fonte: do autor

Figura 39: Rota Calculada com possibilidade de compartilhar



Fonte: do autor

### 3.6. Diagrama de implantação (Deployment)

O diagrama de implementação demonstra como será a comunicação entre os hardwares envolvidos na implementação do sistema e como estes hardwares irão se comunicar.

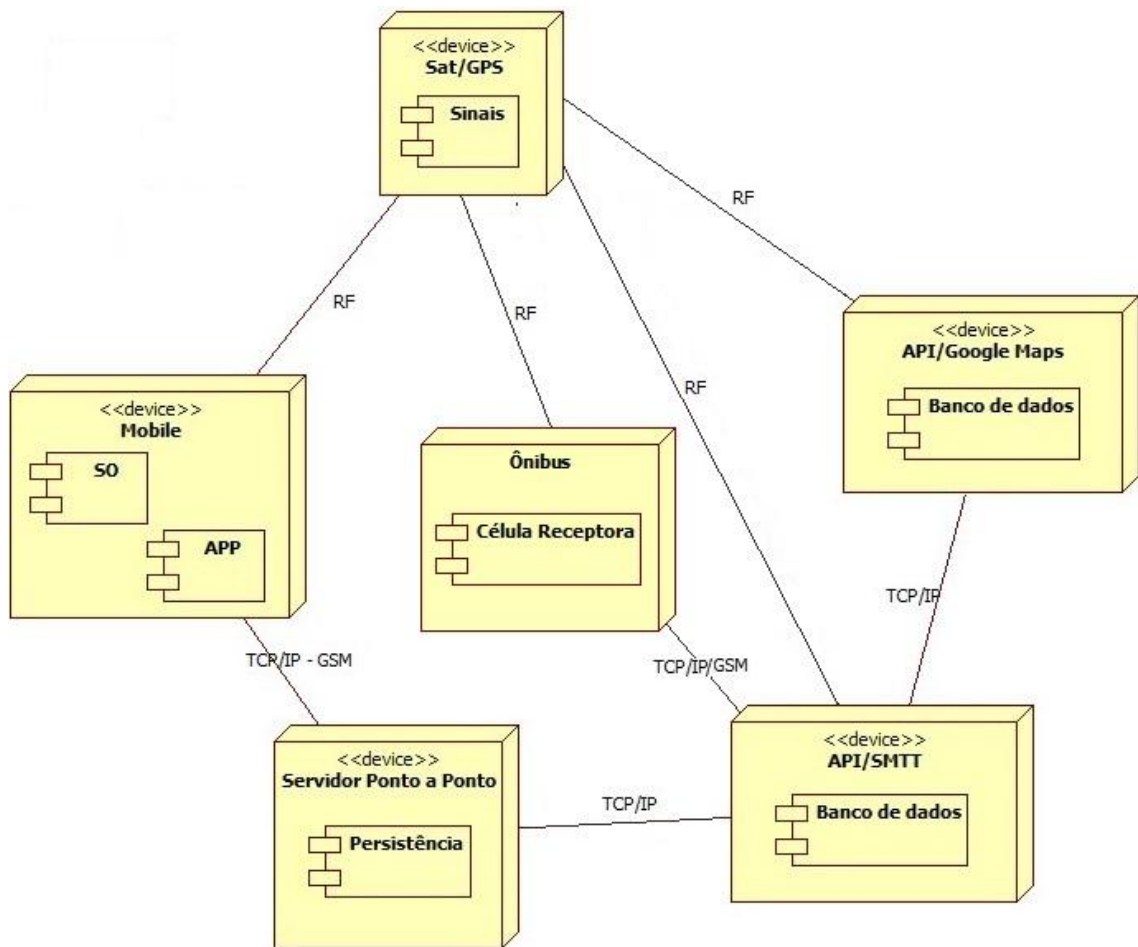
Na Figura 40 estão representadas às comunicações necessárias para o funcionamento do sistema Ponto a Ponto como um todo, onde os hardwares estão representados por blocos e dentro desses blocos estão descritas suas principais funções.

Siglas usadas no diagrama de implementação do projeto Aplicativo Ponto a Ponto:

- RF: Radiofrequência - é um tipo de radiação eletromagnética utilizada para transmissão de dados através de ondas que viajam pelo ar e no vácuo.
- TCP/IP: *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (Protocolo de Controle de Transmissão/Protocolo de Internet), são tipos de protocolos que permitem que dois computadores consigam se comunicar através da *Web*.

- GSM: Inicialmente conhecido como *Groupe Spécial Mobile*, que traduzido do francês esta sigla significava Grupo Especial Móvel, com a popularização deste sistema a sigla passou a portar uma nomenclatura do inglês, *Global System for Mobile communications*, que traduzido quer dizer, Sistema Global para comunicação Móvel. É o sistema de comunicação para celulares mais utilizado no mundo.

Figura 40 - Diagrama de implantação do Aplicativo Ponto a Ponto



Fonte: do autor

#### 4. CONCLUSÃO

Para validar este projeto, na conclusão das tarefas de cada estágio foi reunido um grupo de pessoas que utilizam o sistema de transporte coletivo de Maceió a fim de fazer a vez do cliente deste projeto.

Ao apresentar o produto final do primeiro estágio foi percebido que se precisava de ajustes, pois o cliente (grupo), chamou a atenção para o fato de que os casos de uso não atendiam a totalidade dos requisitos levantados. Os casos de uso foram refeitos e o produto do estágio foi aprovado.

Após a conclusão das tarefas do segundo estágio do modelo em cascata foi possível observar que os objetivos anunciados foram atingidos com êxito.

Durante todo este trabalho foram apresentados os conceitos e tarefas de cada estágio da modelagem do Aplicativo Ponto a Ponto já concluiu até aqui,

É possível também afirmar que o objetivo de explorar as carências dos aplicativos já existentes neste seguimento para apresentar funcionalidades que darão ao aplicativo Ponto a Ponto um diferencial frente aos seus pares foi alcançado sem ressalvas, pois comparar as necessidades do usuário do transporte coletivo de Maceió com as funcionalidades oferecidas por estes aplicativos trouxe a oportunidade de observar que o aplicativo Ponto a Ponto não só conseguiu explorar a carência de compartilhamento de informações, como também conseguiu reunir as funcionalidades mais importantes para os usuários de transporte coletivo no tocante ao planejamento de seus deslocamentos, o que foi observado que isto também é uma carência nos aplicativos já disponibilizados.

Na tabela 4.0 será feita uma revisão do Comparativo das funcionalidades oferecidas pelos aplicativos existentes, porém, agora adicionando uma coluna para o aplicativo Ponto a Ponto, onde será possível perceber que este reúne em um só aplicativo as funcionalidades mais importantes para os usuários do transporte coletivo.

Tabela 26.: Comparativo das funcionalidades oferecidas pelos aplicativos existentes e o proposto pelo aplicativo Ponto a Ponto.

Funções	Acessibilidade - Cittamobi	Cadê o Bus	Cadê o ônibus	CittaMobi	EMTU	Meu Transporte SP	Metrô SP	Moovit	Rail Jankari	Ponto a Ponto
Calculo de rota	Parcialmente	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Embarcado	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓
Rastreamento	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Localizar no mapa	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Favoritos	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓
Previsão de horários	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Informações das linhas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Busca ônibus adaptado	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Informações dos pontos	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Envio de feedbacks	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗
Informações extras	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
Compartilhamento de informações	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓

Fica claro, na tabela acima, que ao oferecer em um só aplicativo as funcionalidades mais importantes para aplicativos deste seguimento, além do compartilhamento do status embarcado e envio de calculo de rota a outro usuário, não oferecidos por outros aplicativos, o projeto Aplicativo Ponto a Ponto aponta como um projeto inovador, destacando-se dentre os outros ao conceder a seus usuários um maior poder de planejamento e tomada de decisão, concernente ao seu deslocamento.

Até o termino deste trabalho não se ouviu falar em qualquer outro aplicativo que reúna em um só tais funcionalidades.

No processo empírico de análise do sistema coletivo de Maceió puderam ser observadas algumas necessidades do usuário que não podem ser contempladas pelo aplicativo Ponto a Ponto, tais como, segurança nos pontos de parada e dentro dos ônibus, malhas viárias em má conservação, motoristas que não atendem as solicitações de parada, entre outras.

Teoricamente, é possível relacionar a utilização do aplicativo Ponto a Ponto a diminuição de algumas das más sensações do usuário do transporte coletivo de Maceió, uma vez que se tomarmos como exemplo a sensação de insegurança nos pontos de parada, o

usuário que se planejar através das informações prestadas pelo aplicativo e se dirigir até o ponto de parada apenas próximo ao horário de chegada do ônibus desejado, estará menos exposto a possíveis ocorrências de violência, diminuindo assim tal sensação.

Outro caso de diminuição da sensação de insegurança pode ser visto no caso do usuário que precise esperar alguém desembarcar de um determinado ônibus, que, pela função Compartilhar Embarcado, poderá planejar em qual momento deve se deslocar até o ponto previsto para desembarque de que compartilhou com ele seu status embarcado. Nestes casos o aplicativo estará não apenas diretamente ligado a diminuição da sensação de insegurança como de fato colabora para as integridades física, psíquica e moral dos usuários do sistema de transporte coletivo.

Como um último exemplo, pode-se também relacionar a utilização do aplicativo Ponto a Ponto a diminuição da exposição à violência ao observarmos a prática da funcionalidade Enviar Rota, exemplificada da seguinte forma: uma pessoa, usuário do aplicativo Ponto a Ponto, desconhece totalmente o destino ao qual pretende ir, a exemplo de um turista que visite nossa cidade, um outro usuário que tenha mais familiaridade com aquela localidade envia para este turista a rota calculada do ponto em que ele se encontra até o ponto de destino pretendido, evitando assim que tal turista desembarque em lugares que não pretendia e/ou não sejam recomendados à turistas, por conta da violência da localidade.

Certo de que este aplicativo tem uso prático e que suas funcionalidades contribuem em muito para a melhoria da eficiência do transporte coletivo de grandes cidades, e suas inovações, para o conforto e poder de planejamento de seus usuários, fazendo com que mais pessoas busquem se deslocar utilizando o sistema de transporte coletivo, este trabalho servirá de base para um estudo mais aprofundado que vise a implementação deste aplicativo.

Buscando a implementação do aplicativo Ponto a Ponto, já estão em andamento os estudos das ferramentas de desenvolvimento disponibilizadas pela Google em seu estúdio de desenvolvimento de aplicativos para Android, o “Android Studio 2.1”

Pensando em salvar vidas humanas, diminuindo a vulnerabilidade dos usuários do sistema de transporte coletivo, este trabalho deixa de lado as práticas de concorrência mercadológica que impedem um concorrente de fornecer informações que venham tornar seus pares mais competitivos. Dito isto, é recomendável que os desenvolvedores das aplicações já existentes neste seguimento, desenvolvam e implementem

em seus próprios produtos, as funcionalidades trazidas como inovação na Aplicativo Ponto a Ponto.

Este trabalho encontra sua relevância em meio aos desenvolvedores de aplicativos de rastreamento e monitoramento de transporte coletivo quando levanta as carências dos aplicativos existentes e aponta para a necessidade da reunião das principais funcionalidades em um único aplicativo, além de apontar também para a necessidade de novas funcionalidades que acompanhem a altura as possibilidades oferecidas pelas novas tecnologias. Esta relevância se consolida ao tempo em que este próprio trabalho pode ser tomado como base para estudos mais amplos que permita uma visão mais geral em relação aos aplicativos oferecidos e as necessidades dos usuários dos sistemas de transporte coletivo em outras cidades além da pesquisada.

## REFERÊNCIAS

- REICH, Gamma; RICHARD, Helm, **Padrões de Projeto**. Porto Alegre, Bookman, 2005.
- FURLAN, J. D. **Modelagem de Objetos através da UML**. São Paulo, Makron Books, 1998.
- SOMERVILLE, Ian, **Engenharia de Software**. 9 ed. São Paulo, Pearson Education, 2011.
- FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. São Carlos: Rima, 2004.
- VASCONCELLOS, Beatriz Cunha. **Acessibilidade: Cidadania de Sustentabilidade Local . Considerações sobre a mobilidade de pedestres, no núcleo de serviços da Região Oceânica, Niterói**, RJ. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.
- BOARETO, R. A.. **Mobilidade Urbana Sustentável**. Revista dos Transportes Públicos, São Paulo. n.100. 2003
- ROSA, José Antônio. **Roteiro para análise e diagnóstico da empresa**. São Paulo: STS, 2001.
- Harvey M. DEITEL. *An Introduction to Operating Systems, 2nd Edition*. Addison-Wesley, Reading, MA, 1992.
- TECMUNDO. **Como funciona a RFID?** 2009. Disponível em:<<http://www.tecmundo.com.br/tendencias/2601-como-funciona-a-rfid-.htm/>>. Acesso em: 19 de jun. 2016.
- BIOCIDADE. **SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO DE CURITIBA**. Disponível em:<<http://www.biocidade.curitiba.pr.gov.br/biocity/33.html>>. Acesso em: 17 de jun. 2016.
- ABE. **CHINA LANÇA GPS PRÓPRIO E AVANÇA COMO POTÊNCIA ESPACIAL**, 2013. Disponível em :<<http://www.aeb.gov.br/china-lanca-gps-proprio-e-avanca-como-potencia-espacial/>>. Acesso em: 10 de jul. 2016.
- MOBILIZE. **As 5 cidades com melhor transporte público. Metrô é a base**, 2013. Disponível em: <<http://www.mobilize.org.br/noticias/4125/os-cinco-melhores-transportes-publicos-do-mundo.html>> . Acessado em: 10 de jul. 2016
- OFICINADANET. **Como funciona o GPS**. 2014. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/12406-como-funciona-o-gps>>. Acesso em: 10 de jul. 2016
- SMT. **Serviço de informação ao cidadão**. Disponível em:<<http://www.maceio.al.gov.br/smtt/>>. Acessado em: 11 de jul. 2016
- PRITSCOM. **Aplicação RFID**. Disponível em:<<http://www.printscom.com.br/banda-larga-aplicacao-rfid.html>>. Acessado em: 11 de jul. 2016
- ALIEZPRESS. **Satelite car tracker**. Disponível em: <[http://pt.aliexpress.com/promotion/promotion\\_satellite-car-tracker-promotion.html](http://pt.aliexpress.com/promotion/promotion_satellite-car-tracker-promotion.html)>. Acessado em 11 de jun. 2016



PORTALLINCITE. **Imagens para downloads.** Disponível em  
<<http://www.portalincite.com.br/images/>>. Acessado em 11 de jun. 2016

KNOOW. **Android, sistema operativo.** Disponível em:  
<<http://knoow.net/ciencinformtelec/informatica/android-sistema-operativo/>>. Acessado em 11 de jun. 2016

SLIDEPLAYER. **Modelos de processo de software.** Disponível em:  
<<http://slideplayer.com.br/slide/2338531/>>. Acessado em 14 de jun. 2016