

Universidade Federal do Pampa

Marcelo Maia Lopes

# **LocateBus - Um software como serviço para o transporte público**

Alegrete

2014



Marcelo Maia Lopes

## **LocateBus - Um software como serviço para o transporte público**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Tolfo

Alegrete

2014

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

L8641 Lopes, Marcelo  
LocateBus - Um software como serviço para o transporte público / Marcelo Lopes.  
70 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA DE SOFTWARE, 2014.  
"Orientação: Cristiano Tolfo".

1. Transporte público. 2. Software como serviço. 3. Monitoramento de ônibus. 4. Software as a Service. 5. Computação em nuvem. I. Título.

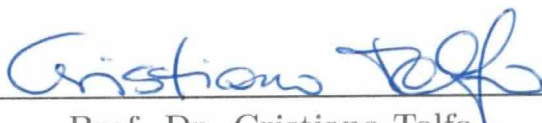
Marcelo Maia Lopes

## LocateBus - Um software como serviço para o transporte público

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 25 de março de 2014.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Cristiano Tolfo

Orientador  
UNIPAMPA



Profra. Me. Andréa Sabedra Bordin

UNIPAMPA



Prof. Me. Sam da Silva Devincenzi

UNIPAMPA



*Este trabalho é dedicado a meus pais, irmãos e minha noiva que me apoiaram nesta longa caminhada.*





# Resumo

O transporte público é um serviço importante para a sociedade, pois ele é responsável por fornecer um meio de locomoção a inúmeras pessoas. Apesar da constante evolução deste serviço ainda existem necessidades relacionadas aos principais atores do seguimento, que são as empresas e os passageiros. As necessidades dos passageiros são relacionadas à lotação de veículos, tempo de espera e dificuldade para encontrar informações dos itinerários. Já as necessidades das empresas estão relacionadas ao controle da frota, bilhetagem eletrônica e informações das viagens em tempo real. Parte dessas necessidades informadas podem ser auxiliadas com sistemas de computação. Atualmente o modelo de computação em nuvem vem se destacando pela facilidade de aquisição de infraestrutura e software comparado ao modo tradicional. Deve-se ressaltar também que várias tecnologias bem difundidas podem ser integradas a computação em nuvem para resolver certos problemas, dentre essas várias evidencio o GPS e aplicativos para smartphone. Ao analisar a situação acima, chegou-se a um questionamento, é possível o desenvolvimento de um software especializado para o transporte público, unindo as tecnologias anteriormente citadas, para auxiliar empresas e passageiros a tomar decisões com base em informações? Para buscar a resposta a esta pergunta foi necessário estudar as tecnologias que poderiam estar envolvidas, aprofundar o conhecimento sobre computação em nuvem e pesquisar projetos que demonstram o estado atual das tecnologias em empresas de transporte público urbano no Brasil. Após esta fase, foi projetado a arquitetura para solução proposta e desenvolvido o protótipo. Para a obtenção de informações mais precisas foi realizado um estudo de caso. Neste estudo foi apresentado a uma empresa o protótipo desenvolvido e foi aplicado um formulário para coleta de dados sobre o estudo realizado. O resultado obtido demonstra que a solução desenvolvida pode contribuir com o serviço fornecendo informações aos passageiros e empresa.

**Palavras-chave:** Computação em nuvem. Software como serviço. Transporte público.



# Abstract

Public transportation is an important service to society , because it is responsible for providing a means of transportation to numerous people. Despite the constant evolution of this service there are needs related to the main actors of the sector, are companies and passengers. Passenger requirements are related to the capacity of vehicles , waiting time and difficulty to find information of the routes. The needs of businesses are related to fleet control , electronic ticketing and information of travel in real time. Part of these needs can be helped with computing systems. Currently the model of cloud computing has been highlighted by the ease of acquiring infraestructura and software compared to the traditional way. It should also be noted that several well- diffused technologies can be integrated in cloud computing to solve certain problems, among these various GPS and smartpone are applications. When analyzing the situation above , we arrived to a question , is it possible to develop specialized software for public transport , linking the technologies mentioned above , to assist companies and passengers to make decisions based on information ? To seek an answer to this question was necessary to study the technologies that could be involved , further knowledge about cloud computing and research projects that demonstrate the current state of technology in urban public transportation companies . After this phase , the architecture is designed for a proposed solution and developed the prototype . To obtain more precise information a case study was conducted . This study was presented to a company that developed prototype and a form was applied to collect data on the study. The result shows that the solution developed may contribute to the service providing information to passengers and property.

**Key-words:** Cloud Computing. Software as a Service. Public transportation.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Mudança com a computação em nuvem . . . . .	24
Figura 2 – Separação de responsabilidades entre provedor e contratante . . . . .	25
Figura 3 – Fluxo de desenvolvimento . . . . .	31
Figura 4 – Modelo de pesquisa aplicado neste trabalho. . . . .	33
Figura 5 – Tabela de Relação entre variáveis, questões e objetivos específicos . . . . .	34
Figura 6 – Exemplo de utilização do componente Zend_Db . . . . .	45
Figura 7 – Exemplo de código para criação de um mapa . . . . .	46
Figura 8 – Visão geral da arquitetura . . . . .	49
Figura 9 – Distribuição dos pacotes do Zend Framework . . . . .	50
Figura 10 – Diagrama de modelo conceitual . . . . .	51
Figura 11 – Modelo Conceitual - DbTable . . . . .	51
Figura 12 – Diagrama de classe web service . . . . .	52
Figura 13 – Diagrama de sequência . . . . .	53
Figura 14 – Monitoramento da velocidade média do veículo de passeio . . . . .	55
Figura 15 – Painel principal do sistema LocateBus . . . . .	56
Figura 16 – Vinculação do GPS à empresa . . . . .	57
Figura 17 – GPS configurado com status inativo . . . . .	57
Figura 18 – Cadastro de itinerário - Descrição . . . . .	57
Figura 19 – Cadastro de itinerário - Parada inicial . . . . .	58
Figura 20 – Listagem dos itinerários cadastrados pela empresa. . . . .	58
Figura 21 – Cadastro da rota do itinerário Ibirapuitã x Vila Nova. . . . .	59
Figura 22 – Cadastro da paradas do itinerário Ibirapuitã x Vila Nova. . . . .	59
Figura 23 – Cadastro de ônibus . . . . .	60
Figura 24 – Vinculação de GPS ao ônibus . . . . .	60
Figura 25 – Formulário para escolha de itinerário - LocateBus . . . . .	61
Figura 26 – Mapa - LocateBus . . . . .	61
Figura 27 – Monitoramento velocidade média . . . . .	62
Figura 28 – Histórico de viagens . . . . .	62
Figura 29 – Painel do passageiro . . . . .	63
Figura 30 – Ferramenta de busca avançada . . . . .	64
Figura 31 – Itinerários que utilizam a parada 210 . . . . .	64
Figura 32 – Consulta ao histórico de viagem realizada no dia 17/01/2013 . . . . .	65
Figura 33 – Formulário aplicado a Empresa X . . . . .	66



# Lista de tabelas

Tabela 1 – Características principais da Computação em Nuvem . . . . .	24
Tabela 2 – Histórias de usuário - LocateBus . . . . .	41
Tabela 3 – Funcionalidades do Zend Framework . . . . .	44





# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
<b>1.1</b>	<b>Problemática</b>	<b>19</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivo do Trabalho</b>	<b>20</b>
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b>	<b>20</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos específicos deste trabalho</b>	<b>21</b>
<b>1.5</b>	<b>Organização do Trabalho</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Computação em Nuvem</b>	<b>23</b>
2.1.1	Principais características	24
2.1.2	Tipos de ofertas de serviços	24
2.1.2.1	Infraestrutura como um serviço (Infrastructure as a Service - IaaS)	25
2.1.2.2	Plataforma como um serviço (Platform as a Service - PaaS)	25
2.1.2.3	Software como um serviço (Software as a Service - SaaS)	25
<b>2.2</b>	<b>Infraestrutura como um serviço (Infrastructure as a Service - IaaS)</b>	<b>26</b>
<b>2.3</b>	<b>Plataforma como um serviço (Platform as a Service - PaaS)</b>	<b>26</b>
<b>2.4</b>	<b>Software como um serviço (Software as a Service - SaaS)</b>	<b>27</b>
2.4.1	Benefícios do SaaS	28
2.4.1.1	Descentralização da infraestrutura de TI	28
2.4.2	Como as empresas de software enxergam o SaaS	28
2.4.3	Modelo de negócios SaaS	29
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>Desenvolvimento do software como serviço - SaaS</b>	<b>31</b>
3.1.1	Desenvolvimento do Socket para integração entre o GPS e o Servidor	31
3.1.2	Desenvolvimento do Sistema Web	32
3.1.3	Desenvolvimento do Web Service	33
3.1.4	Testes de aceitação	33
<b>3.2</b>	<b>Modelo da pesquisa</b>	<b>33</b>
<b>3.3</b>	<b>Técnica de pesquisa utilizada</b>	<b>33</b>
<b>3.4</b>	<b>Determinação dos dados a serem coletados</b>	<b>34</b>
<b>3.5</b>	<b>Criação do instrumento</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>PROJETOS RELACIONADOS</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>PROPOSTA DO SOFTWARE COMO SERVIÇO</b>	<b>41</b>

<b>5.1</b>	<b>O que o LocateBus traz de novo comparado a algumas soluções existentes?</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS NESTE TRABALHO</b>	<b>43</b>
<b>6.1</b>	<b>Módulo Móvel</b>	<b>43</b>
6.1.1	Desenvolvimento com Phonegap	43
6.1.1.1	Contexto de aplicação no projeto	43
<b>6.2</b>	<b>Módulo web</b>	<b>44</b>
6.2.1	Zend Framework	44
6.2.1.1	Contexto de utilização no projeto	45
6.2.2	API Google Maps	45
6.2.2.1	Contexto de utilização no projeto	46
<b>6.3</b>	<b>Módulo de recebimento da localização ônibus</b>	<b>46</b>
6.3.1	GPS	46
6.3.1.1	Contexto de utilização no projeto	46
<b>7</b>	<b>ARQUITETURA DO SAAS</b>	<b>49</b>
<b>7.1</b>	<b>Arquitetura - Módulo Móvel</b>	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b>	<b>55</b>
<b>8.1</b>	<b>Pré-teste</b>	<b>55</b>
<b>8.2</b>	<b>Relato do estudo de caso da Empresa X</b>	<b>56</b>
8.2.1	Painel Principal do Sistema	56
8.2.2	Configuração do GPS	56
8.2.3	Cadastro de itinerários	57
8.2.4	Cadastro dos ônibus	59
8.2.5	Monitoramento em tempo real	60
8.2.6	Monitoramento da velocidade média por ônibus	61
8.2.7	Consulta ao histórico de viagens	62
8.2.8	Perfil do passageiro	63
8.2.9	Instalação do GPS em um ônibus	64
8.2.10	Formulário aplicado na Empresa X	65
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>67</b>
	<b>Referências</b>	<b>69</b>

# 1 Introdução

O transporte público urbano é um serviço importante para a sociedade. Grande parte das atividades econômicas e sociais de uma cidade dependem do transporte público, pois esse é o modo de localização utilizado pela maioria dos clientes e trabalhadores do comércio, do setor de serviços e da indústria (FERRAZ; TORRES, 2004).

Apesar dos investimentos do governo em melhorias no transporte de um modo geral, do avanço tecnológico dos fabricantes de ônibus e das empresas especializadas em transporte urbano, o transporte público no país ainda enfrenta problemas que tem impactos direto na qualidade do serviço. Dentre os principais problemas, aponto insatisfação da população com o serviço entre os mais alarmantes.

Um dos fatores que podem auxiliar o aumento do grau de satisfação dos passageiros é a utilização de tecnologia da informação por parte das empresas. O modelo de Software Como Serviço (Software as a Service - SaaS) é interessante pois através dele será possível unir tecnologias existentes mas que ainda não foram totalmente difundidas no transporte público para fornecer informações aos usuários do serviço. Entre essas tecnologias encontra-se o Sistema de Posicionamento Global (Global Positioning System - GPS) e aplicativos para smartphone. Alguns dos possíveis ganhos para as empresas especializadas em transporte urbano são, o baixo custo de implantação de uma infra-estrutura de TI, a terceirização da responsabilidade de manutenção e a configurabilidade para atender suas necessidades.

Em vários setores a utilização da computação em nuvem, vem suprindo necessidades que não poderiam ser alcançadas na forma tradicional de gerenciamento de TI, devido a complexidade e custo em manter tal infraestrutura. De acordo com a matéria publicada no [ComputerWorld \(2013\)](#) o Serpro (Serviço de Processamento de dados) do Governo Federal vai oferecer soluções para as áreas de educação, saúde, gestão e comunicação para aproximadamente 200 cidades utilizando a computação em nuvem. No Serpro ela será utilizada para substituir os servidores físicos por virtuais, um servidor que era entregue em oito dias será disponibilizado em cinco minutos. Isso demonstra que o governo já vem adotando este conceito de entrega de serviços através da internet, por conhecer os benefícios que a computação em nuvem pode trazer a uma organização.

## 1.1 Problemática

Este trabalho visa a identificação de necessidades relacionadas a passageiros e empresas, com o intuito de contribuir com uma proposta de tecnologia que seja útil aos

dois seguimentos. As necessidades mais claras que podem ser relacionadas aos passageiros são: lotação dos ônibus, atrasos nas viagens, tempo de espera em paradas e falta de informações para o auxílio na tomada de decisões. Essas reclamações são comuns em praticamente toda cidade do Brasil. É normal os passageiros ficarem suscetíveis a violência em certas regiões, principalmente ao saírem cedo para trabalho e escolas, justamente por não possuírem informações que auxiliam o uso do serviço. Também não é novidade passageiros que passam vários minutos de seu dia sob sol ou chuva nas paradas de ônibus.

Já as necessidades que podem ser relacionadas as empresas são: controle de horários de viagens, gestão de frotas, itinerários, rotas, paradas e bilhetagem eletrônica. A maioria das empresas tem dificuldades em fornecer respostas rápidas no que tange estes assuntos.

Assim um questionamento é levantado neste trabalho. Um software como serviço especializado para o transporte público pode auxiliar empresas e passageiros a tomar decisões com base em informações?

## 1.2 Objetivo do Trabalho

O presente trabalho busca o desenvolvimento de uma solução baseada na arquitetura de computação em nuvem que possa auxiliar passageiros e empresas a obter informações relacionadas ao transporte público urbano para tomadas de decisões no dia-a-dia.

## 1.3 Justificativa

Software como serviço é um modo de serviço em nuvem onde uma grande parcela de usuários podem ser atendidos. Este modelo utiliza a computação em nuvem para substituir o armazenamento e processamento local (VERAS, 2012). Esta característica de proporcionar ao contratante do serviço em nuvem a terceirização da sua infra-estrutura de TI, pode trazer um ganho importante para as empresas especializadas em transporte urbano, que poderão disponibilizar um serviço aos seus clientes através de um valor mais baixo do que se fosse implantar um software em sua própria infra-estrutura.

A área de transporte público possui uma grande demanda tecnológica que pode auxiliar o aumento da qualidade do serviço. Parte desta tecnologia pode ser suprida com SaaS, que mantém um baixo custo de implantação comparado com o modo tradicional e possibilidade de configuração que permite a cada empresa utilizar o software de acordo com a sua necessidade.

O fator motivador para utilização do conceito de SaaS neste trabalho é a grande diferença que existe entre as empresas especializadas no transporte público, assim, sendo

necessário uma flexibilidade para atendimento das distintas necessidades relacionadas a TI.

## 1.4 Objetivos específicos deste trabalho

- Permitir ao passageiro e a empresa uma forma de obtenção da localização do ônibus em tempo real através da internet, para que possam tomar decisões diárias sobre o serviço.
- Disponibilizar à empresa a possibilidade de monitorar a velocidade média do ônibus em tempo real para melhor controle das viagens e monitoramento dos motoristas.
- Fornecer a empresa o histórico das viagens para auxílio na realização de auditorias.
- Auxiliar o passageiro que não conhece totalmente os itinerários identificar as paradas mais próximas a uma determinada região.
- Disponibilizar ao passageiro informações do itinerário para que este possa consultar eventuais mudanças ou tirar dúvidas sobre itinerários desconhecidos.

## 1.5 Organização do Trabalho

Este trabalho possui a seguinte organização: O [Capítulo 2](#) apresenta a revisão bibliográfica dos conceitos relacionados a Computação em Nuvem. O [Capítulo 3](#) define a metodologia utilizada neste trabalho enquanto o [Capítulo 4](#) apresenta os projetos relacionados a este trabalho. Já o [Capítulo 5](#) define a proposta do software como serviço a ser desenvolvido. O [Capítulo 6](#) apresenta as tecnologias adotadas neste trabalho. O [Capítulo 7](#) apresenta a arquitetura do software como serviço em questão. O [Capítulo 8](#) apresenta o estudo de caso realizado com uma empresa especializada em transporte público e o [Capítulo 9](#) apresenta as conclusões deste trabalho.



## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Computação em Nuvem

A Tecnologia da Informação (TI) possui uma relação direta com a competitividade entre as organizações. Em muitas delas a TI passa ser seu "coração". Com isso as organizações passaram a realizar altos investimentos para gerenciar sua infraestrutura. Porém a TI está em constante evolução, com isso é necessário investimentos recorrentes em recursos físicos como equipamentos de última geração e recursos humanos que são os profissionais especializados para manter a infraestrutura em funcionamento. Assim sendo, muitas organizações se deparam com a situação do gerenciamento de sua infraestrutura de TI tomar espaço da atividade principal da empresa.

[Taurion \(2009\)](#) diz que, a evolução contínua da TI e dos modelos de contratação desses serviços tangem as organizações a irem em direções de empresas mais flexíveis buscando nelas a especialização e também a terceirização. As organizações vão concentrar cada vez mais em suas atividades principais, utilizando as empresas especializadas como parceiras para processos que não sejam seu negócio fim.

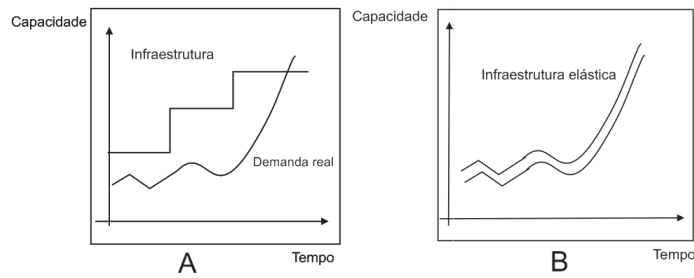
Um dos maiores problemas que empresas enfrentam com a infraestrutura de TI é a relação entre o consumo e demanda de recursos que pode ser resolvido com a computação em nuvem. Ela permite transferir o risco de variação da utilização que é conhecida como saturação para o fornecedor dos serviços em nuvem, que possui recursos tecnológicos para manter infraestrutura de forma elástica ([VERAS, 2012](#)).

Segundo [Veras \(2012\)](#) “a computação em nuvem significa mudar fundamentalmente a forma de operar TI, saindo de um modelo baseado em aquisição de equipamento para um modelo baseado em aquisição de serviço”.

A computação em nuvem possibilita ao usuário final acessar uma grande quantidade de recursos como, hardware, software, plataforma de desenvolvimento e serviços em qualquer lugar e que possua conexão com a internet ([VERAS, 2012](#)).

A [Figura 1 A](#), apresenta a situação mais comum em empresas que mantêm sua própria infraestrutura, onde a capacidade sempre esta acima da demanda. Já a [Figura 1 B](#), apresenta o caso ideal, onde a infraestrutura elástica fornece a capacidade de acordo com a demanda.

Figura 1 – Mudança com a computação em nuvem



Adaptado de Veras (2012) p.34

### 2.1.1 Principais características

Em 2011, o NIST (National Institute of Standards and Technology) realizou uma publicação que definiu cinco características principais para Computação em Nuvem. Segundo Veras (2012) esta é a definição mais abrangente e bem aceita sobre Computação em Nuvem. As cinco características são descritas na tabela abaixo:

Tabela 1 – Características principais da Computação em Nuvem.

Característica	Descrição
Atendimento sob demanda	Não é necessário a interação humana com o provedor do serviço para receber funcionalidades técnicas.
Amplio acesso a serviços de rede	Disponibilização de recursos através da internet para diferentes modos de acesso como smartphones, computadores, etc.
Elasticidade rápida	O usuário da Computação em Nuvem deve sentir que possui recurso ilimitado, que pode ser comprado a qualquer momento, por isso é importante que as funcionalidades sejam entregues rapidamente.
Serviços mensuráveis	O monitoramento e controle dos recursos é baseado em sistemas de gerenciamento que deve ser transparente para o contratante e quem aluga o serviço.
Pool de recursos	Devido a variedade de usuários os é necessário a existência de recursos de acordo com a demanda.

Adaptado de Veras (2012) p.35

Apesar da computação em nuvem remeter inicialmente ao modelo de descentralização de infraestrutura, existem vários serviços que operam sobre suas diferentes camadas.

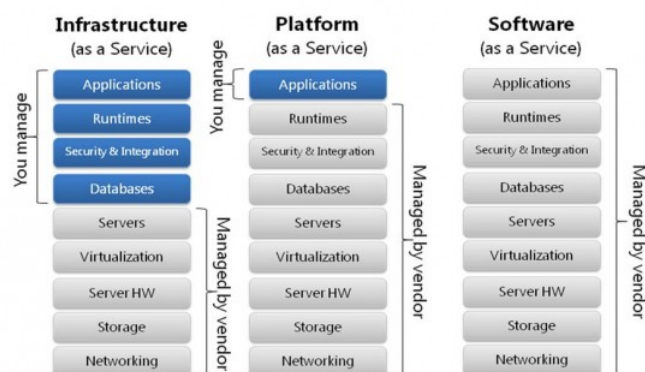
### 2.1.2 Tipos de ofertas de serviços

Para representar as responsabilidades do assinante e de quem fornece o serviço é apresentado a Figura 2, nesta figura cada coluna equivale a um serviço, a primeira equivale a infraestrutura como serviço, a segunda a plataforma como serviço e a terceira a software como serviço. É importante notar que quanto mais alto no nível do serviço



maior responsabilidade a empresa que oferece o serviço possui. Um exemplo disso é que no SaaS a infraestrutura é abstraída ao usuário.

Figura 2 – Separação de responsabilidades entre provedor e contratante



Fonte: [TechNet - Microsoft \(2014\)](#)

Abaixo são apresentados os tipos de ofertas de serviço da computação em nuvem.

#### 2.1.2.1 Infraestrutura como um serviço (Infrastructure as a Service - IaaS)

É a disponibilização da infraestrutura de processamento e armazenamento de forma transparente. Como neste serviço o usuário não tem controle da infraestrutura física, é importante permitir mecanismos de virtualização para que este tenha controle sobre as máquinas virtuais, o armazenamento dos dados e aplicativos instalados. ([VERAS, 2012](#))

#### 2.1.2.2 Plataforma como um serviço (Platform as a Service - PaaS)

Este serviço está relacionado ao uso de ferramentas de desenvolvimento de software de terceiros. Essas ferramentas são oferecidas por provedores de serviços, e os desenvolvedores utilizam a internet para poderem trabalhar com elas. ([VERAS, 2012](#))

#### 2.1.2.3 Software como um serviço (Software as a Service - SaaS)

Este serviço é forma de serviços em nuvem onde os aplicativos que interessam a uma grande massa de clientes é hospedado na nuvem para substituir o armazenamento local. Muitos destes serviços são acessados pelos clientes através de navegadores ([VERAS, 2012](#)).

## 2.2 Infraestrutura como um serviço (Infrastructure as a Service - IaaS)

Denominado por (TAURION, 2009) como a camada de infraestrutura em nuvem com oferta de serviços para hospedagem de capacidade computacional e armazenamento de dados, a IaaS já vem sendo muito utilizado no Brasil, principalmente por startups de base tecnológica, devido ao baixo custo de contratação do serviço. O autor supracitado descreve esta camada como a mais básica da computação em nuvem.

Segundo (VERAS, 2012) "a infraestrutura como serviço é a capacidade que o provedor tem de oferecer uma infraestrutura de processamento e armazenamento de forma transparente para o cliente, normalmente uma organização". Isso é possível devido aos mecanismos de virtualização que abstrai o controle da infraestrutura física.

No Brasil a maioria dos serviços IaaS oferecidos são, máquinas virtuais que podem ser alugadas por hora ou com base em planos mensais. Uma das principais vantagens para o usuário é poder configurar os recursos do servidor alugado e pagar por cada categoria de recursos separadamente. Os recursos podem variar entre: número de processadores, velocidade de cada processador, largura da banda, quantidade de dados trafegados, capacidade de armazenamento, dentro outros. Os usuários que contratam serviços nacionais ainda recebem suporte técnico gratuito e mecanismos de restauração de dados. (RAMALHO, 2012)

A infraestrutura como serviço se define basicamente como uma troca de paradigma onde as organizações deixam de adquirir hardware e software básico e passam a trabalhar com aplicações em infraestruturas virtuais, baseada na internet e sendo paga na forma de serviço (VERAS, 2012)

A adoção de grandes empresas a esta modalidade de serviço em nuvem vem encorajando cada vez mais empresas de outros seguimentos. Para comprovar esta afirmação (RAMALHO, 2012) em seu trabalho diz que no mercado a empresa Amazon tem se destacado pelo seu serviço de IaaS. Em dezembro de 2011 a empresa inaugurou um datacenter na cidade de São Paulo, com o objetivo de reduzir a latência e impulsionar o uso do serviço na América do Sul. O autor menciona ainda que as empresas Gol Linhas Aéreas, Peixe Urbano e o Portal R7 estariam usando o serviço da Amazon.

## 2.3 Plataforma como um serviço (Platform as a Service - PaaS)

Diferentemente dos conceitos de SaaS e IaaS que são mais populares, a plataforma com um serviço não é um termo popular. PaaS está relacionado ao uso de ferramentas de desenvolvimento de software que são oferecidas por empresas que fornecem serviços de computação em nuvem. A principal característica deste serviço é que para desenvolver

suas aplicações os desenvolvedores utilizaram a internet para acessar a plataforma para a criação dos software.

Para (VERAS, 2012) "PaaS tem a ver com utilizar uma plataforma de desenvolvimento de terceiros. Na plataforma ofertada rodas os aplicativos e se armazenam os dados. A grande diferença em relação a um modelo convencional é que a plataforma roda em base de dados de provedores externos."

Dois serviços de PaaS destacam-se no Brasil, o Google App Engine oferecido pela empresa Google e o Windows Azure, oferecido pela empresa Microsoft. O Google App Engine é uma plataforma de execução de aplicativos. Estes aplicativos podem ser executados em Java e Python. Como a maioria dos serviços de nuvem, este oferece uma cota gratuita de recursos computacionais, a cobrança é baseada em recursos como: tempo de CPU, largura da banda de saída e de entrada, armazenamento e e-mail. Já o Windows Azure é um serviço que permite a execução de aplicativos para internet. Dentre as linguagens suportadas estão Java, PHP e .Net. A cobrança é baseada nos recursos computacionais, processamento, armazenamento de dados relacionais, armazenamento de dados binários, largura de banda, etc (RAMALHO, 2012).

## 2.4 Software como um serviço (Software as a Service - SaaS)

A TI não é uma preocupação somente de grandes organizações, as médias e pequenas também estão cada vez mais utilizando software para diferentes objetivos, porém, um dos problemas para a contratação de software por essas organizações de médio e pequeno porte é o alto custo da infraestrutura de TI ou a dificuldade em mantê-la. Em muitos casos os sistemas também não eram projetados para serem escaláveis, tornando um problema para as empresas que sofriam com os altos custos de manutenção e pouca possibilidade de configurabilidade.

Alguns modelos de comercialização de software foram criados para suprir este problemas supracitados, dentre eles estão o SaaS. O SaaS é um modelo de entrega de software onde as empresas clientes pagam, não pela propriedade do software mas pelo uso do mesmo e as companhias fornecedoras provem manutenção e suporte técnico aos seus clientes.(MELO et al., 2007)

Thinks Strategies (2005) menciona que SaaS é uma solução de software oferecida como serviço, que é acessado pelos usuários através da internet, sem a necessidade de implantar e manter uma infraestrutura de TI.

O desenvolvimento de software como serviço mantém um processo semelhante ao de desenvolvimento de outros tipos de software. Porém a construção destes serviços não são direcionadas pelos requisitos do usuário e sim suposições de quem disponibiliza o

serviço sobre as necessidades dos clientes. Assim é necessário que o software seja capaz de evoluir rapidamente após o recebimento do feedback dos usuários sobre seus requisitos. Portanto a abordagem ágil é muito utilizada para desenvolvimento deste tipo de software por possuir entregas incrementais. (SOMMERVILLE, 2011)

Um software como serviço deve ser projetado considerando que vários tipos de usuários de diferentes organizações poderão utilizá-lo. Assim é importante que os fatores, configurabilidade, multilocação e escalabilidade sejam considerados. A configurabilidade está relacionada a flexibilidade que cada organização possuirá para fazer com que o software atenda as suas necessidades específicas. Já a multilocação representa o sentimento do usuário, como se este estivesse utilizando a sua própria copia do sistema. A escalabilidade é a capacidade que um software tem de receber um numero de usuários acima do previsto sem que perca o desempenho esperado.(SOMMERVILLE, 2011)

### 2.4.1 Benefícios do SaaS

Algumas empresas tem vivenciado momentos de grande responsabilidade com a implantação de sistemas críticos para o negócio, como ERP e CRM. Esta implantação dependendo do tamanho da empresa pode custar centenas de milhares de dólares. Alinhado a isto ainda é necessário na maioria das vezes a contratação de um exército de profissionais de TI e consultores para personalização e integração com outros sistemas da organização (VERAS, 2012).

O Software como serviço oferece oportunidades para as empresas deixem de enfrentar as dificuldades na aquisição de software na forma tradicional e transfira a infraestrutura de TI para um centro de valor (VERAS, 2012).

#### 2.4.1.1 Descentralização da infraestrutura de TI

Uma organização que utiliza o SaaS passa a responsabilidade de implantar, manter, testar, gerenciar atualizações e monitorar o desempenho para a empresa provedora do serviço. Com isto, o departamento de TI da empresa contratante do serviço passa a se dedicar as atividades de valor mais elevado a organização (VERAS, 2012).

### 2.4.2 Como as empresas de software enxergam o SaaS

Mergulhar no mundo do SaaS não será fácil para algumas organizações. Inclusive, as de menor capacidade de investimento poderão ficar pelo caminho. Entretanto o SaaS abre novos horizontes para organizações que ingressarem neste mercado. Uma significativa parcela de investimentos da VCs (Venture Capitalists) tem sido focadas em empresas que possuem a estrutura de SaaS. Porém as empresas já estabelecidas no mercado não ficaram paradas. Uma das atividades que serão realizadas por muitas empresas para acelerar o

processo de transição é a aquisição de menores organizações criadas utilizando o modelo de SaaS. Um exemplo deste contexto foi a aquisição da Coghead pela SAP (TAURION, 2009).

### 2.4.3 Modelo de negócios SaaS

O modelo de negócios SaaS é diferente do modelo de licenças tradicional onde a maioria da lucratividade vem de taxas anuais de manutenção e não necessariamente da venda de novas licenças. A renda dos SaaS vem de assinaturas. A lucratividade deste negócio depende de três variáveis muito conhecida no setor de operadoras de celulares, que são: o custo para atrair um novo cliente, qual a rentabilidade traz cada cliente e com que frequência os assinantes deixam de utilizar o serviço e necessitam ser substituídos (TAURION, 2009).



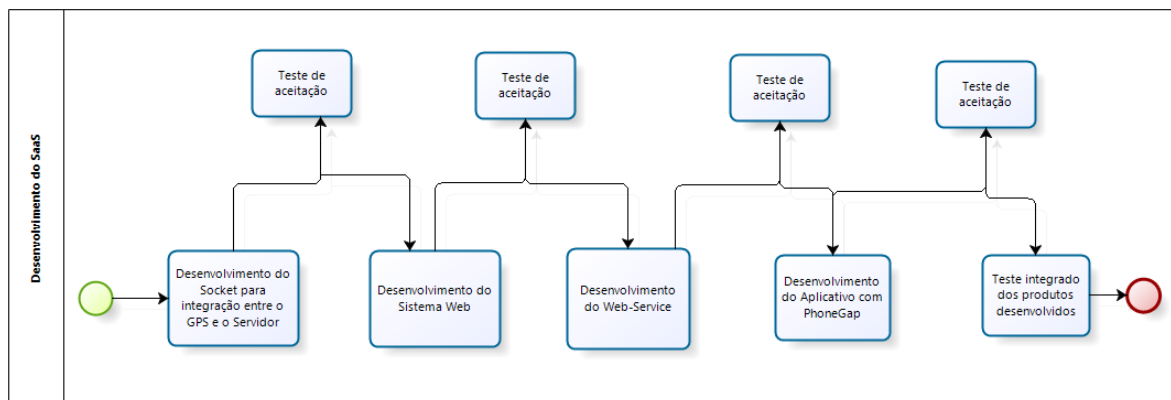
## 3 Metodologia

Neste capítulo será descrito como foi realizado o desenvolvimento do SaaS, o modelo de pesquisa, o método de coleta dos dados e as técnicas de análise dos dados que foram utilizadas.

### 3.1 Desenvolvimento do software como serviço - SaaS

Na primeira fase deste trabalho foi projetado a arquitetura do SaaS em questão. Nesta fase ocorreu um melhor entendimento sobre a comunicação entre os diferentes tecnologias que são utilizados neste projeto, entre elas estão: Socket, GPS, smartphone, web-service e o sistema web. A [Figura 3](#) descreve o desenvolvimento dos produtos que fazem parte do software desenvolvido.

Figura 3 – Fluxo de desenvolvimento



#### 3.1.1 Desenvolvimento do Socket para integração entre o GPS e o Servidor

A primeira atividade de desenvolvimento realizada foi a criação do Socket para o recebimento das coordenadas enviadas pelo GPS utilizado neste trabalho, o modelo TK102B. Foi necessário desenvolver um Socket que funcione sob um serviço Linux durante 24 horas por dia, para que seja possível receber dados a todo instante. Este Socket desenvolvido permite a conexão de vários dispositivos GPS ao mesmo instante, isto é necessário porque para cada ônibus monitorado será instalado um dispositivo GPS para obtenção das informações em tempo real. Este Socket recebe um texto que contém várias informações, dentre elas, Latitude, Longitude e o ID do GPS, que é utilizado para realizar a vinculação ao ônibus. Um simples algoritmo foi desenvolvido para:

- Interpretar o texto recebido;
- Formatar latitude;
- Formatar Longitude;
- Formatar identificador do GPS
- Enviar dados para o Web Service.

O Serviço Linux foi programado para que este Socket fique esperando a conexão de dispositivos GPS infinitamente, porém não prevê interrupções de energia, caso isso aconteça será necessário iniciar o serviço novamente. Melhorias serão abordadas em trabalhos futuros.

### 3.1.2 Desenvolvimento do Sistema Web

Após o desenvolvimento do socket, iniciou-se o desenvolvimento do modulo web. Para tornar a utilização do sistema mais intuitiva ao usuário final, o desenvolvimento das principais funcionalidades ocorreram sob a API do Google Maps, que é a ferramenta de Geolocalização da empresa Google. O sistema web possui dois perfis de usuários: para passageiros e empresários. As principais funcionalidades desenvolvidas para a empresa são:

- Gerenciamento de ônibus;
- Gerenciamento de GPS;
- Gerenciamento de Rotas;
- Gerenciamento de Paradas;
- Gerenciamento de Visitas.
- Controle da velocidade média por ônibus;
- Histórico de viagens.

Já para os passageiros as principais funcionalidades desenvolvidas são:

- Perfil na plataforma;
- Itinerários de preferência;
- Ferramenta para busca de paradas;
- Monitoramento em tempo real por itinerário;



### 3.1.3 Desenvolvimento do Web Service

Após a criação do modulo web, a próxima fase de desenvolvimento foi a criação do web service. A principal responsabilidade deste modulo é garantir que cada produto tenha seu nível hierárquico ou seja é ele que garante a comunicação do Socket e Aplicativo para o smartphone com a base de dados. Este web service mantém um padrão de comunicação, onde recebe somente requisições POST e responde JSON.

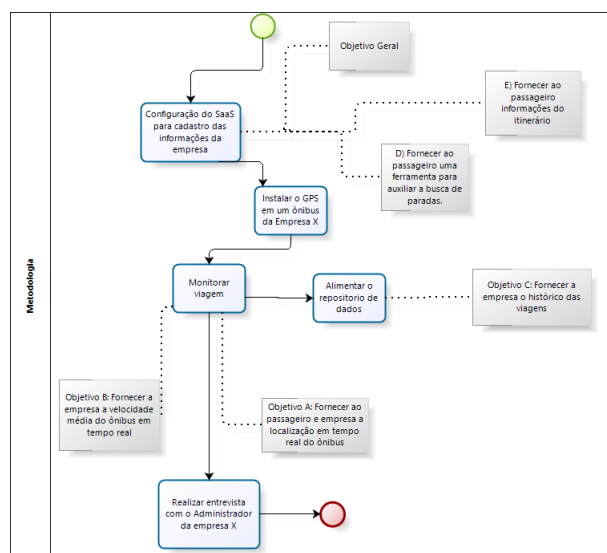
### 3.1.4 Testes de aceitação

Devido a integração entre diferentes produtos, foram realizados testes de aceitação a cada nova finalização de novos módulos. Após o teste no módulo isolado, era realizada a integração dele com os módulos em produção. Ao terminar todos módulos foram realizados novos testes de aceitação para a garantia do funcionamento integrado.

## 3.2 Modelo da pesquisa

Com base nos objetivos deste trabalho, foi elaborado um modelo de pesquisa para servir de guia no desenvolvimento das atividades. Na [Figura 4](#) está sendo ilustrado este modelo.

Figura 4 – Modelo de pesquisa aplicado neste trabalho.



### 3.3 Técnica de pesquisa utilizada

Neste trabalho será realizado um estudo de caso com a Empresa X . Segundo (GIL, 1998) p.58 “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou

de poucos objetos de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. Já Bertucci 2011 p. 53 diz que “ estudo de caso são de natureza eminentemente qualitativa e valem-se preferencialmente de dados coletados pelo pesquisador por meio de entrevistas e da própria observação do fenômeno.

### 3.4 Determinação dos dados a serem coletados

Este trabalho utilizou de entrevistas e simulações em ambiente real com o intuito de coletar dados com base nos objetivos específicos deste trabalho. Foram criadas variáveis para relacionamento entre as questões da entrevista e os objetivos específicos. Abaixo é apresentado na [Figura 5](#) a tabela de relação entre variáveis, questões do formulário e objetivos específicos.

Figura 5 – Tabela de Relação entre variáveis, questões e objetivos específicos

<b>Questão</b>	<b>Variável</b>	<b>Objetivo Específico</b>
1	Localização em tempo real	A
2	Velocidade média	A,B
3	Histórico de viagens	C
4	Busca de paradas	D,E
5	Informações sobre itinerários	D,E
6	Ferramenta para tomada de decisões	Objetivo geral,A,B,C,D,E
7	Identificar horário de ir para parada	A,E
8	Realidade da empresa	Objetivo geral

### 3.5 Criação do instrumento

O questionário criado baseou-se em dois tipos de perguntas:

- Perguntas sob a visão da empresa especializada em transporte público.
- Perguntas sob a visão dos passageiros.

As questões levantadas possuem relação direta com as necessidade inicialmente encontrada nas visitas iniciais a Empresa X e outras que são de senso-comum. Antes da aplicação da entrevista foi apresentado ao administrador da empresa o software em

---

funcionamento, com as funcionalidades nas duas perspectivas, na do empresário e do passageiro. Essa apresentação ao administrador teve o objetivo de fornecer conhecimento sobre a plataforma para que fosse possível a aplicação do formulário. No capítulo [Capítulo 8](#) é apresentado o formulário respondido pelo funcionário da Empresa X.



## 4 Projetos Relacionados

Com a diferença financeira existente entre as organizações do transporte público é notado que empresas que possuem condições financeiras de desenvolver soluções tecnológicas para suprir suas necessidades ficam bem a frente da grande parte que não possui. Um dos motivos desta diferença poder ser apontado pelo tamanho da cidade, sendo que em capitais o faturamento das empresas são maiores do que cidades interioranas favorecendo o avanço tecnológico das mesmas.

Três projetos relacionados são apresentados, sendo que dois destes são casos de sucesso de desenvolvimento de software para monitoramento de ônibus no Brasil, por isso a importância de estar inserido no contexto deste projeto. O primeiro é em Aracaju, Sergipe e o segundo na capital do estado de São Paulo. O terceiro trabalho analisado é a tese de mestrado de Neilson Carlos Leite Ramalho, da Universidade de São Paulo. Nesta tese o autor realizou um estudo da adoção da computação em nuvem no Brasil.

Ao buscar cidades que possuíam tecnologias inseridas no transporte público com informações voltadas ao passageiro foi encontrado o sistema da cidade de Aracaju - SE. O Sistema desenvolvido para a empresa [Viação Progresso \(2013\)](#), disponibiliza aos usuários do transporte público a localização do ônibus em tempo real utilizando a uma ferramenta de geocodificação. O sistema apresenta também pontos de embarque, itinerários e categorização de acessibilidade para facilitar aos usuários cadeirantes a programação de suas viagens, ficando mais fácil para eles irem à parada somente quando seu ônibus estiver a caminho. Segundo o [Globo.com \(2012\)](#) o serviço utiliza GPS, que possibilita aos passageiros a observação precisa dos veículos pelo trânsito de Aracaju. É enfatizado também que a consulta é bem simples e o usuário tem a possibilidade de realizá-la de casa.

O [Urbana-PE \(2013\)](#), que representa o Sindicato das Empresas de Transporte de Pernambuco, em uma notícia em seu portal, reforçava o avanço do capital Sergipana, dizendo que a disponibilização do serviço a população foi possível devido as empresas se equiparam com os dispositivos em três anos.

Apesar da qualidade do sistema de Aracaju, três anos para implantação de um software pode ser considerado um tempo superior ao necessário para implantação de um sistema. Neste período é possível que haja depreciação de alguma tecnologia utilizada no projeto.

Outro caso de desenvolvimento de sistema para monitoramento do transporte público ocorre em outra capital, em São Paulo - SP. O [SPTrans \(2013\)](#) apresenta funcionalidades semelhantes ao de Aracaju, porém possui um diferencial em relação ao apresentado anteriormente ([Viação Progresso, 2013](#)). Este sistema é responsável por monitorar uma

frota de 15 mil ônibus que transportam em torno de 6 milhões de passageiros por dia. Uma matéria no (DIGITAL, 2010) diz que o SPTrans (São Paulo Transporte SA) aderiu à virtualização devido a uma demanda de crescimento no monitoramento de novas frotas.

O SPTrans identificou que não era possível alterar infraestrutura para integrar a nova solicitação de monitoramento, com isso optou em implementar uma nova solução. Esta nova solução foi desenvolvida utilizando as tecnologias da Microsoft Biz Talk. Segundo o Digital (2010) são utilizados 20 servidores para processar cerca de 450 milhões de registro por mês.

A alteração da infraestrutura do SPTrans poderia ter sido evitada se o projeto do software inicial fosse baseado no modelo de computação em nuvem, devido ao fato deste serviço favorecer a utilização da infraestrutura elástica, que permite a gestão de demanda e capacidade dos recursos de TI de forma rápida.

Os projetos apresentados são exceção no Brasil, por serem capitais que possuem condições de implantação deste tipo de sistema. Porém devemos considerar que segundo o (IBGE, 2013) existem no Brasil 607 cidades com mais de 50.000 habitantes, acredita-se que menos de 5% destas cidades possuem algum tipo de tecnologia para o monitoramento do transporte público urbano, o que reforça o modelo de software baseado na computação em nuvem para transporte público proposto neste trabalho, que está sendo projetado para ser implantado em várias cidades sem a necessidade de instalação ou configuração local.

A adoção de computação em nuvem no Brasil não é algo novo, em sua teste de mestrado, (RAMALHO, 2012) realizou algumas análises que contribuem para este trabalho. A primeira que vamos observar é a de aderência dos serviços ao conceito de computação em nuvem, onde ele diz que quanto a limitação de recursos computacionais, o que se observa é que alguns fornecedores tendem a oferecer serviços de computação em nuvem por meios de pacotes. Assim, o usuário não pode escolher a quantidade de recursos que vai utilizar sendo obrigado a escolher um pacote com uma configuração pré-estabelecida.

Esta análise realizada pelo autor mostra que o usuário da computação em nuvem do Brasil pode estar perdendo com as vendas de pacote, pois a principal característica da computação em nuvem é o crescimento elástico que permite a empresa, consumir recursos da mesma forma do consumo de energia atual, onde pagamos pelo o que é utilizado.

Outra análise realizado por (RAMALHO, 2012) foi as diferenças entre serviços de fornecedores nacionais e estrangeiros. O autor referenciado acima diz que as diferenças entre os serviços de fornecedores nacionais e estrangeiros se deram em cinco esferas: pagamento, tempo de configuração, numero de interações, disponibilidade dos serviços e limite para a configuração dos recursos. Em relação ao pagamento, nota-se que as empresas estrangeiras predominam o serviço de gratuito ou pagamento por hora até atingir

uma taxa, enquanto os fornecedores nacionais cobram planos mensais ou anuais. Em relação a configuração de recursos e número de interações, os fornecedores estrangeiros se mostraram mais rápidos. A configuração de recursos de fornecedores estrangeiros duram menos de três horas, enquanto os fornecedores brasileiros necessitam geralmente de mais de três horas para disponibilizar um serviço. Já o número de interações dos fornecedores brasileiros chega a mais de três este número cai para zero no caso de fornecedores estrangeiros.

A importância destas informações neste trabalho são justificadas pela proposta de SaaS a ser desenvolvido e também para a apresentação de uma análise de outros domínios que utilizam computação em nuvem. Vale ressaltar que a proposta deste não é apenas o desenvolvimento uma solução para uma cidade específica, e sim, ser um sistema configurável por qualquer empresa especializada em transporte público, sendo apenas necessário a internet para esta configuração.





## 5 Proposta do software como serviço

A proposta deste trabalho é desenvolver um software como serviço especializado para o transporte público. Neste software existirá a possibilidade para cadastro de várias empresas. Cada empresa possuirá seu ambiente na plataforma, onde poderá gerenciar itinerários, rotas, paradas, ônibus, usuários, dados da empresa, controlar acesso dos passageiros, etc. Será permitido também ao passageiro um acesso exclusivo ao sistema, onde ele poderá se cadastrar e adicionar paradas de preferência, monitorar ônibus em tempo real e também buscar paradas mais próximas a um determinado ponto no mapa. Para melhor entendimento da proposta é apresentado as principais funcionalidades descritas como histórias de usuário.

Tabela 2 – Histórias de usuário - LocateBus.

ID	Descricao
1	Como empresário quero cadastrar a minha empresa para utilizar o sistema
2	Como empresário quero cadastrar um usuário administrador para acessar o ambiente de minha empresa no sistema
3	Como administrador quero vincular um GPS pré-configurado a minha empresa através do sistema
4	Como administrador quero cadastrar um itinerário.
5	Como administrador quero cadastrar uma rota para um itinerário já cadastrado.
6	Como administrador quero cadastrar as paradas de um itinerário já cadastrado.
7	Como administrador quero cadastrar um ônibus vinculado a um itinerário.
8	Como administrador quero vincular um GPS á um ônibus cadastrado.
9	Como administrador quero monitorar a velocidade média do ônibus em tempo real.
10	Como administrador quero consultar o histórico de viagem de um determinado ônibus no sistema.
11	Como administrador quero ter acesso ao numero de visitas dos itinerários da minha empresa.
12	Como passageiro quero me cadastrar no sistema.
13	Como passageiro quero acessar o meu perfil do sistema.
14	Como passageiro quero adicionar os itinerários que mais utilizo nas preferências.
15	Como passageiro quero buscar as paradas mais próxima a um determinado ponto no mapa.
16	Como passageiro quero visualizar informações em tempo real de um itinerário.

Essas histórias de usuários foram identificadas analisando informações relacionadas ao transporte público de várias cidades. Foram avaliados os sistemas utilizados pelas empresas SPTrans do estado de São Paulo e Viação Progresso de Aracaju - SE. Com base nesta avaliação, se chegou às histórias de usuário da [Tabela 2](#).

## 5.1 O que o LocateBus traz de novo comparado a algumas soluções existentes?

As soluções atuais são projetadas para uma cidade específica, diferente do LocateBus. As principais características e diferenças da solução proposta neste trabalho são: adoção de uma arquitetura baseada na computação em nuvem e também a utilização de GPS/GPRS para a obtenção da localização do ônibus em tempo real . A adoção da computação em nuvem pode ser identificada quando uma empresa realiza o cadastro e a configuração de seu ambiente sem a necessidade de aquisição de nenhum equipamento para armazenamento e processamento de dados. Também não é necessário nenhum tipo de interação ou suporte técnico, sendo que após configurar o GPS os ônibus poderão ser monitorados. Outro fator que caracteriza o trabalho na área da computação em nuvem é a possibilidade de cadastrar vários ônibus e itinerários, não prendendo a empresa a limite de ônibus ou tráfego de dados. Isso é importante pois cada cidade no Brasil possui um número de população e espaço territorial diferentes, sendo assim, o número de frotas e itinerários estará relacionado a esta proporção.

## 6 Tecnologias utilizadas neste trabalho

Este trabalho busca unir tecnologias para desenvolver um SaaS que possa ser utilizado por empresas especializadas em transporte urbano de diferentes cidades e necessidades distintas. Para isso foram investigadas tecnologias existentes que permitam a integração entre software e hardware. Para receber a localização do ônibus e disponibilizá-la ao passageiro através do software a ser desenvolvido, foram analisadas algumas tecnologias. Entre elas estão o RFID (Radio-Frequency IDentification) que foi descartada neste projeto por possuir um custo operacional mais alto do que o GPS.

Para um melhor entendimento sobre a escolha das tecnologias, é importante saber que o SaaS proposto neste trabalho foi dividido em três módulos, o Móvel, Web e Recebimento da localização do ônibus. Cada um destes possui uma responsabilidade específica, que será apresentada na arquitetura da solução no [Capítulo 7](#). Abaixo são apresentadas as tecnologias que serão utilizadas em cada um dos módulos acima citado.

### 6.1 Módulo Móvel

O Brasil é um dos dez países em número de smartphones, com isso torna-se de extrema importância que as novas soluções tecnológicas sejam projetadas para estes dispositivos. Neste projeto foi escolhido o framework PhoneGap para desenvolvimento do aplicativo móvel.

#### 6.1.1 Desenvolvimento com Phonegap

O PhoneGap é um framework open-source para desenvolvimento de aplicativos para diferentes dispositivos móveis. Seu grande diferencial é possuir construção para sistemas operacionais como: Android, IOS, Windows Phone. Para criar aplicações com este framework utiliza-se de CSS3, HTML5 e JavaScript ([PhoneGap, 2013](#)).

##### 6.1.1.1 Contexto de aplicação no projeto

O phonegap será utilizado para o desenvolvimento da aplicativo móvel. Esta aplicação permitirá ao usuário do transporte público a utilização de um módulo do SaaS em qualquer local que possua acesso a internet através de um smartphone. Este aplicativo permitirá: Monitorar o ônibus em tempo real, visualizar paradas, rotas e pontos de referências.

## 6.2 Módulo web

O módulo web irá permitir o gerenciamento e configurabilidade para empresa prestadora do serviço público de forma autônoma, também, irá disponibilizar o serviço para que passageiro possa utilizar a plataforma através da internet. Este módulo contém, Web-Service para comunicação com dispositivo móvel, Sistema de gestão e Sistema de monitoramento.

### 6.2.1 Zend Framework

Para desenvolvimento deste modulo será utilizado o Zend Framework, que é open source, desenvolvido em PHP orientado a objetos. Sua arquitetura foi projetada de acordo com padrões de projeto, dentre eles estão MVC, Table Data Gateway, Singleton, Iterator e Observer, proporcionando ao desenvolvedor vários componentes que favorecem o reaproveitamento de código e abstração de algumas funcionalidades, como:

Tabela 3 – Funcionalidades do Zend Framework.

Funcionalidade	Componente	Descrição
Autenticação	Zend_Auth	Este componente fornece uma abstração para autenticação de usuários.
Autorização	Zend_Acl	Neste componente é escrita uma lista com os recursos que o sistema disponibiliza e uma definição sobre o que cada um tipo usuário pode acessar.
Banco de dados	Zend_Db	Este componente fornece uma interface de banco de dados SQL.
Filtros e validação	Zend_Filter e Zend_Validade	Este componente permite a validação de formulários e criação de filtros.
Formulários	Zend_Form	Este componente é utilizado para criação de formulários e validação de requisições.

A [Figura 6](#) demonstra a utilização do componente Zend\_Db. Neste exemplo a classe `Application_Model_Db_Table_Estatistica` utiliza dois métodos através da herança da classe `Zend_Db_Table_Abstract`. A classe `Application_Model_Db_Table_Estatistica` possui dois atributos protegidos. O atributo `$_name` descreve o nome da tabela que a entidade irá utilizar para persistir os dados no banco de dados. O atributo `$_rowClass` representa qual classe define a linha da tabela. Os métodos utilizados do componente Zend\_Db são:

- `find($dia)->current()`: Neste método está sendo buscado uma Estatistica de um determinado dia. O retorno deste método é uma classe do tipo `Application_Model_Estatistica`;
- `save()`: Este método é utilizado para a persistência de uma instância da classe `Application_Model_Estatistica`.

```
<?php

class Application_Model_DbTable_Estatistica extends Zend_Db_Table_Abstract {

    protected $_name = 'estatistica';
    protected $_rowClass = 'Application_Model_Estatistica';

    public function alterar($dia, $dados) {
        $estatistica = $this->find($dia)->current();

        /* @var $estatistica Application_Model_Estatistica */
        $estatistica->setDia($dia);
        $estatistica->setIdCategoriaSenha($dados['id_categoria_senha']);
        $estatistica->setIdTurno($dados['id_turno']);
        $estatistica->setNumerosAtendimento($dados['numero_atendimento']);
        $estatistica->setNumerosMedioAtendimento($dados['numero_medio_atendimento']);
        $estatistica->setTempoMedioAtendimento($dados['tempo_medio_atendimento']);

        return $estatistica->save();
    }
}
```

Figura 6 – Exemplo de utilização do componente Zend\_Db

O Zend Framework abstrai ainda uma série de outras funcionalidades como, Email, Log, Cache, Internacionalização e outros.

#### 6.2.1.1 Contexto de utilização no projeto

O Zend Framework será utilizado para desenvolvimento do webservice destinado a comunicação com o dispositivo móvel para que este possa enviar requisições do tipo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) e possa receber respostas do tipo JSON (*JavaScript Object Notation*). Este framework em questão será utilizado também para o desenvolvimento do sistema de gestão, configuração e monitoramento que destinam-se a empresa especializada em transporte urbano, que poderá neste ambiente, definir os serviços e gerenciar o SaaS. Já o sistema de monitoramento disponibilizará aos passageiros as informações sobre o transporte público das empresas cadastradas, para que seja possível o monitoramento pela internet através do navegador.

#### 6.2.2 API Google Maps

A API Google Maps, permite o desenvolvimento de diversas funcionalidades sobre um mapa. Dentre elas estão:

- Adicionar marcadores por endereço;
- Calcular rotas;
- Criação de mapas para dispositivos móveis;
- Suporte à HTML5.

A [Figura 7](#) demonstra a criação de um simples mapa utilizando a API do Google. Para isso, é informado o zoom que será aplicado ao carregamento do mapa. É instanciado um objeto do tipo `google.maps.LatLng` que recebe como parâmetro uma latitude e longitude para obter onde será o centro do mapa. É descrito neste script também o tipo do mapa que está sendo criado, neste caso é o `RoadMap`, o tipo padrão do Google

```
var map;
function initialize() {
  var mapOptions = {
    zoom: 8,
    center: new google.maps.LatLng(-34.397, 150.644),
    mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
  };
  map = new google.maps.Map(document.getElementById('map-canvas'),
    mapOptions);
}
google.maps.event.addDomListener(window, 'load', initialize);
```

Figura 7 – Exemplo de código para criação de um mapa

Fonte [Developers \(2013\)](#)

#### 6.2.2.1 Contexto de utilização no projeto

A API do Google Maps será utilizada tanto no aplicativo móvel quanto no módulo do Sistema de monitoramento. Através desta será possível exibir as paradas, rotas, localização do ônibus em tempo real, busca de paradas mais próximas a um determinado ponto, cadastro de itinerários e cadastro de paradas.

## 6.3 Módulo de recebimento da localização ônibus

Este módulo define qual tecnologia será utilizada para obter a localização do ônibus para que essas informações possam ser utilizadas no sistema.

### 6.3.1 GPS

GPS é um sistema eletrônico de navegação que utiliza uma vasta rede de satélites que permite a localização instantânea em qualquer local na terra, possuindo uma precisão muito próxima da perfeição.

#### 6.3.1.1 Contexto de utilização no projeto

Neste projeto será inserido um dispositivo GPS, em um ônibus, que possui o modo GPRS (General Packet Radio Service). Este modulo permite uma configuração para que as informações do dispositivo sejam enviadas para um IP e Porta. Assim será possível

obter as coordenadas do ônibus em tempo real. Será desenvolvido um módulo que irá conter um socket para receber os dados do GPS e outras funcionalidades para formatação dos dados.





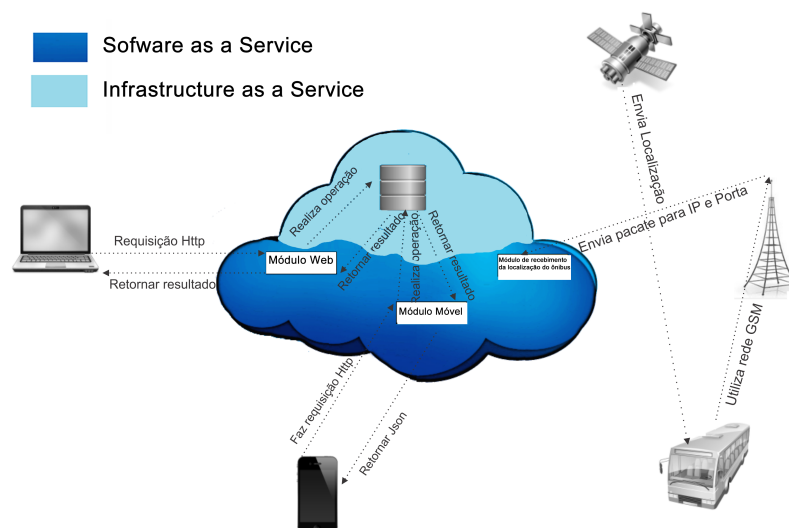
## 7 Arquitetura do SaaS

Devido à estreita relação entre os requisitos não funcionais e a arquitetura do software, o estilo e a estrutura da arquitetura particular que é escolhida para um sistema devem depender dos requisitos não funcionais do sistema. (SOMMERVILLE, 2011)

Para a modelagem da arquitetura da plataforma que será desenvolvida neste projeto foi levado em consideração alguns requisitos não funcionais, que são:

- **Desempenho:** O SaaS será projetado para ser utilizado por diferentes clientes com necessidades distintas, portanto deverá estar preparada para alta quantidades de acessos.
- **Disponibilidade:** Conforme o numero de acessos uma infraestrutura unitária pode não suportar e se tornar indisponível. Para isso a plataforma será projetada para funcionar em uma IaaS.
- **Segurança:** A plataforma será utilizada por diferentes organizações, e deve ser garantido a essas empresas que seus dados não serão utilizados por outras organizações ou para outros fins.
- **Manutenção:** A plataforma será projetada para não sofrer grandes impactos com a manutenção, por isso a escolha em utilizar o paradigma de Orientação a Objetos, o Zend Framework.

Figura 8 – Visão geral da arquitetura

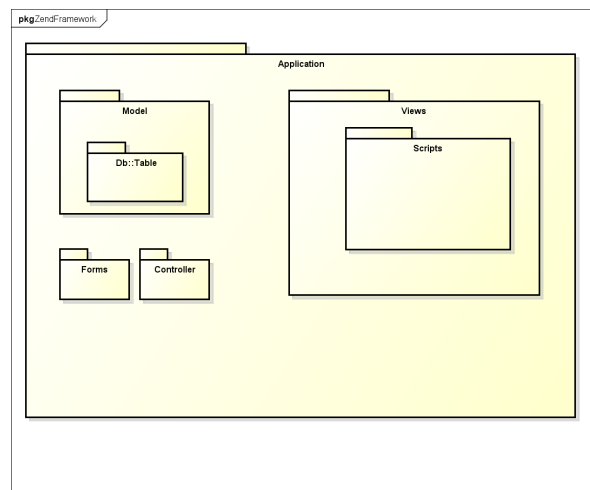


A [Figura 8](#) apresenta uma visão geral sobre a comunicação entre as tecnologias que fazem parte do SaaS. Dentre essas tecnologias estão o notebook que representa o acesso pelo navegador através da internet. O smartphone representa o serviço que o passageiro utilizará para obter informações da plataforma através de um aplicativo para seu smartphone. O ônibus representa como a plataforma irá obter a localização do veículo em tempo real. Para isso será utilizado um GPS que enviará as coordenadas utilizando a estrutura Global System for Mobile GSM.

Nota-se que existe três módulos responsáveis pelo funcionamento do SaaS. O módulo web é responsável por disponibilizar através da internet as informações sobre o transporte público e também o ambiente de configuração e gestão do SaaS. O módulo de recebimento da localização ônibus é responsável por receber as informações do GPS através de um socket e também armazena-la na base de dados do SaaS. O módulo móvel é responsável por receber as requisições dos dispositivos móveis. Essas requisições serão do tipo (HTTP). As repostas a essas requisições serão do tipo (JSON).

Nesta seção é apresentado a arquitetura do módulo web, que foi apresentado na [seção 6.2](#). O [Figura 9](#) apresenta a distribuição dos pacotes do Zend Framework.

Figura 9 – Distribuição dos pacotes do Zend Framework



O diagrama de modelo conceitual, [Figura 10](#), define as classes, do modelo, que fazem parte do módulo web e também do móvel. As classes do Zend Framework mantém um padrão em sua nomenclatura. Este padrão serve para a localização do arquivo no projeto. O framework acima citado, utiliza também o padrão de projeto conhecido como Table Data Gateway. Este padrão mapeia uma tabela em uma entidade, onde cada atributo representa uma coluna da tabela. O relacionamento será sempre 1 para 1, assim sendo, cada objeto irá representar uma tupla do banco de dados. As classes do pacote DbTable são responsáveis por realizar as operações no banco de dados. Elas herdam o

Figura 10 – Diagrama de modelo conceitual

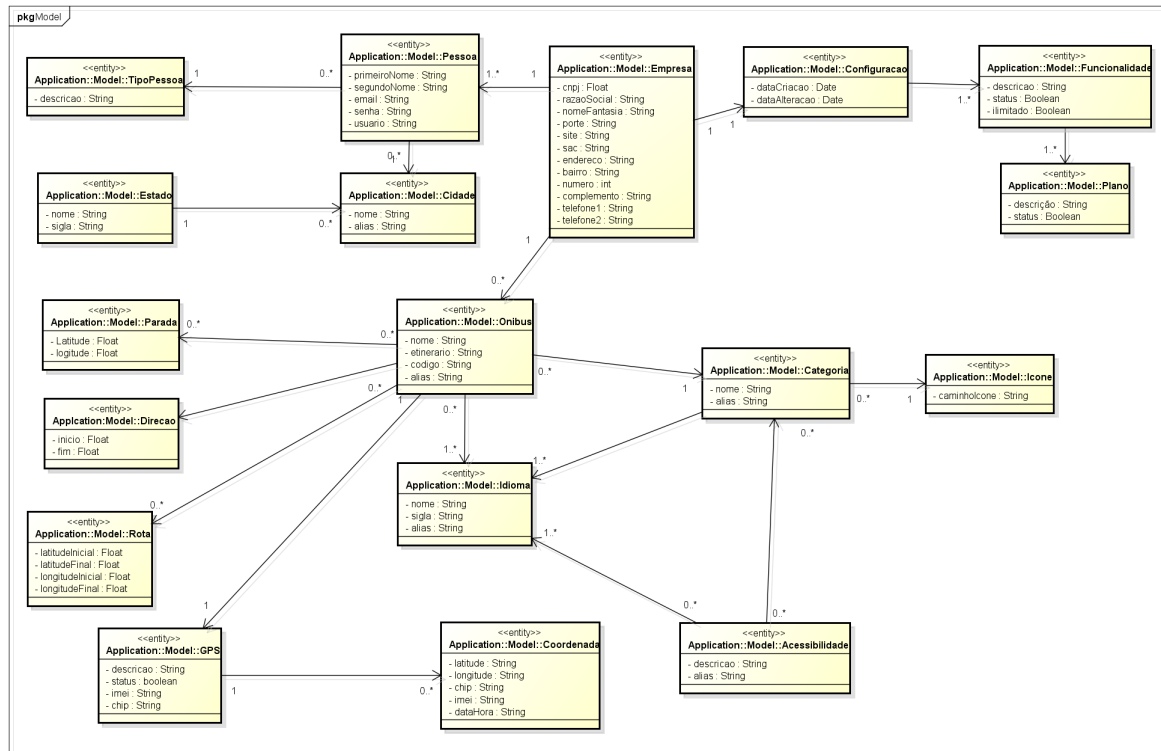
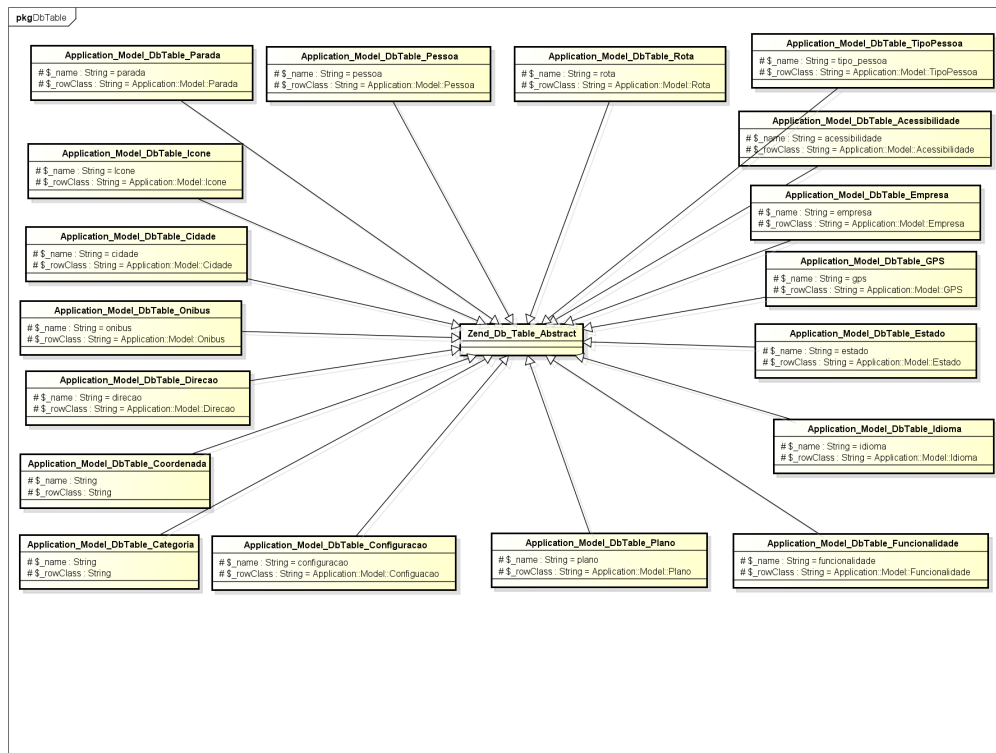


Figura 11 – Modelo Conceitual - DbTable



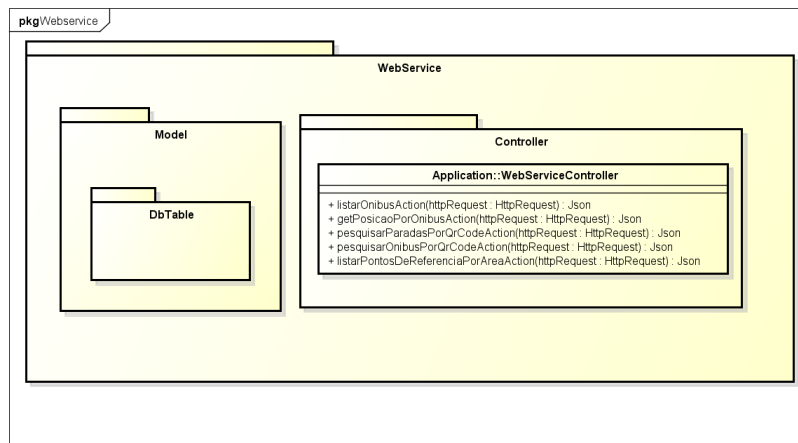
comportamento da classe `Zend_Db_Table_Abstract`, assim permitindo a utilização de várias métodos da classe mãe. A classe `Zend_Db_Table_Abstract` é uma das que fazem parte do componente `Zend_Db`.

O diagrama de modelo conceitual, apresentado no [Figura 11](#). Este diagrama define as classes, do pacote `DbTable`, do Módulo Web e do Módulo Móvel. Observe que todas as classes possuem dois atributos protegidos, que representam o nome da tabela e entidade que representa a tupla desta mesma tabela.

## 7.1 Arquitetura - Módulo Móvel

Para este módulo será desenvolvido um webservice que manterá um padrão de recebimento e envio de dados entre o módulo móvel e os dispositivos. O envio das requisições pelo dispositivo serão sempre um dos métodos do HTTP, conhecidos como POST e GET. As respostas do webservice para o dispositivo será sempre em formato JSON. O webservice possuirá o mesmo pacote `Model` e `DbTable` apresentado na [Figura 10](#) e [Figura 11](#). Para gerenciar as requisições será criado um controlador com o nome `WebServiceController`, que irá disponibilizar um url para cada método criado. Nota-se que a estrutura não é mais um MVC pois as visões estarão no aplicativo instalado no smartphone.

Figura 12 – Diagrama de classe web service

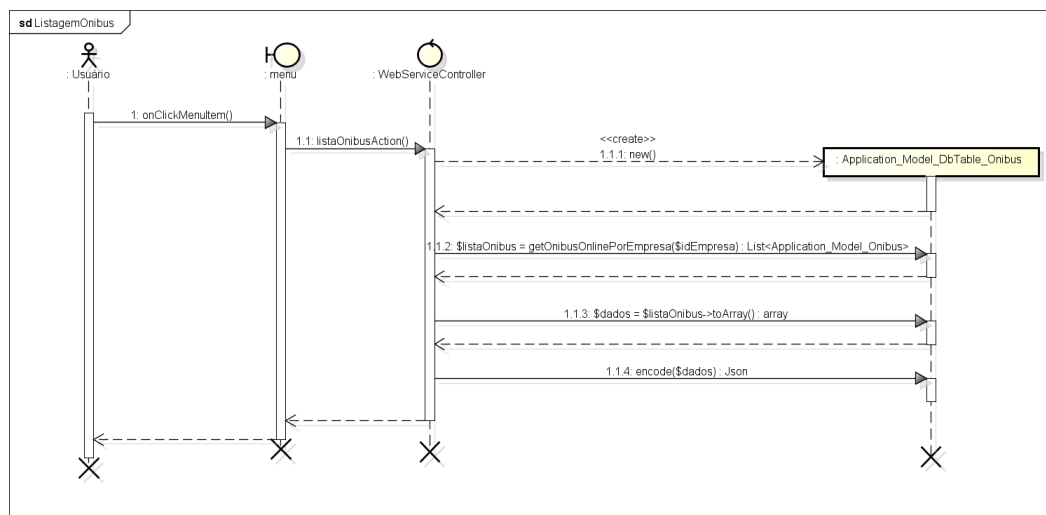


O [Figura 12](#) apresenta o diagrama de classe do `WebService`. A classe `WebServiceController` possui alguns métodos identificados até o momento. Para cada método público é disponibilizado uma URL. Através desta será possível ao smartphone utilizar cada funcionalidade. Para os métodos identificados até o momento serão disponibilizadas as seguintes URLs:

- `listarOnibusAction(httpRequest: HttpRequest):`

- <http://127.0.0.1/locatebus/web-service/listar-onibus/> ;
- `getPosicaoPorOnibusAction(httpRequest: HttpRequest)`:  
<http://127.0.0.1/locatebus/web-service/get-posicao-por-onibus/> ;
  - `pesquisarParadasPorQrCodeAction(httpRequest: HttpRequest)`:  
<http://127.0.0.1/locatebus/web-service/pesquisar-paradas-por-qr-code/> ;
  - `pesquisarOnibusPorQrCodeAction(httpRequest: HttpRequest)`:  
<http://127.0.0.1/locatebus/web-service/pesquisar-onibus-por-qr-code/> ;
  - `listarPontosDeReferenciaAction(httpRequest: HttpRequest)`:  
<http://127.0.0.1/locatebus/web-service/listar-pontos-de-referencia/>.

Figura 13 – Diagrama de sequência



Para demonstrar um exemplo de comunicação entre o aplicativo do smartphone e o webservice é apresentado o diagrama de sequência no [Figura 13](#).

Ao clicar no botão "Listagem de ônibus" será enviado uma requisição para URL <http://127.0.0.1/locatebus/web-service/listar-onibus/> que corresponde ao método `listaOnibusAction(httpRequest: HttpRequest)` da classe `WebServiceController`. Neste método será criada uma instância da classe `Application_Model_DbTable_Onibus`, que será responsável por obter a lista de ônibus online através do método `getOnibusOnline()`. Após a listagem será formatada para que seja retornado um JSON para a solicitação da aplicação.



## 8 Estudo de Caso

Neste capítulo é apresentado o estudo de caso realizado para a resposta do questionamento levantado no início deste trabalho. Este trabalho ficou restrito a realizar o estudo de caso com somente uma empresa. Devido à questões sigilosas a empresa em questão será denominada Empresa X ao longo deste trabalho. Esta empresa presta o serviço de transporte público à vários anos, possuindo aproximadamente 30 veículos que perfazem seus itinerários na cidade onde foi realizado o estudo de caso.

### 8.1 Pré-teste

Antes da realização do estudo de caso na Empresa X, foi realizado um pré-teste da plataforma. Nesta fase, o sistema foi configurado com um itinerário fictício. Logo após foi instalado um GPS em um veículo de passeio. Este veículo percorreu pela cidade para a verificação do funcionamento da integração do software com o GPS. Também foi testado nesta fase a exibição da velocidade média do veículo e a consulta aos históricos. A [Figura 14](#) demonstra o monitoramento da velocidade média em tempo real do pré-teste realizado. Nota-se que na figura em questão, o ícone verde, representa a localização do ônibus no exato momento, já os ícones azuis representam as paradas daquele itinerário, e a linha sobre o mapa representa o caminho (rota) que o ônibus deve fazer. O quadro ao lado do mapa, representa a velocidade média do veículo (Denominado como Carro Maurício), sendo que na imagem aparece a velocidade média 38.80 km/h.

Figura 14 – Monitoramento da velocidade média do veículo de passeio



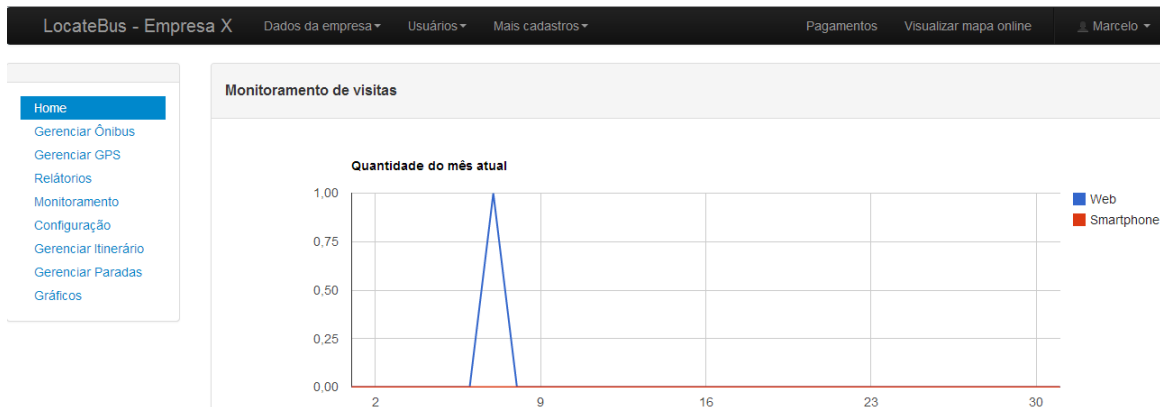
## 8.2 Relato do estudo de caso da Empresa X

Esta seção apresenta o estudo de caso realizado com a Empresa X, que ocorreu após o desenvolvimento do SaaS, quando foi marcado uma entrevista com o sócio-administrador da empresa. Foram apresentadas as funcionalidades do software, após foi aplicado o formulário para obter uma avaliação de um profissional da área de transporte público. É importante realizar estudos com profissionais do seguimento abordado no trabalho devido ao alto nível de conhecimento que este possuem sobre o negócio, podendo fornecer considerações importantes ao trabalho. Abaixo é demonstrado parte do estudo de caso realizado com capturas da tela do sistema.

### 8.2.1 Painel Principal do Sistema

Na [Figura 15](#) é apresentado o painel principal do sistema. Ele é acessado após o usuário se identificar. Neste painel é possível visualizar o menu de opções e o gráfico de acesso do mês corrente. A linha azul representa as visitas dos usuários passageiros ao sistema web, já a linha vermelha representa o acesso através do smartphone.

Figura 15 – Painel principal do sistema LocateBus



### 8.2.2 Configuração do GPS

Para o GPS enviar as coordenadas ao servidor, é necessário o envio de comandos para o dispositivo através de mensagens do celular. Após isso o GPS estará enviando os dados para o servidor, porém ainda não estará vinculado a uma empresa. Para que esta vinculação ocorra, é necessário acessar o sistema e configurar na página de "Gerenciamento de GPS", como é mostrado na [Figura 16](#) e também na [Figura 17](#) que já exhibe o GPS com o status inativo, por ainda não está vinculado a nenhum ônibus.

Após o GPS estar vinculado à empresa, já podemos realizar a vinculação do dispositivo a um ônibus.



Figura 16 – Vinculação do GPS à empresa

LocateBus - Empresa X

Formulário

Buscar GPS por numero do CHIP

Numero do CHIP

98111607

Ex: (55)8155-6588

Buscar

Habilitação do GPS foi realizada com sucesso, agora você pode relacioná-lo a algum ônibus.

Cancelar

#	Descrição	Status	Imei	Chip
5		Ativo		096999678
7		Ativo		99699184
8		Inativo		98111607

Figura 17 – GPS configurado com status inativo

LocateBus - Empresa X

Dispositivos GPS cadastrados no sistema relacionados a empresa Empresa X

Após realizada a configuração para o envio dos dados do GPS para a nuvem do LocateBus, faça a busca do GPS pelo Numero do CHIP

(Como configurar?) (Iniciar configuração)

#	Descrição	Status	Imei	Chip
5		Ativo		096999678
7		Ativo		99699184
8		Inativo		98111607

### 8.2.3 Cadastro de itinerários

O cadastro de itinerários do LocateBus foi projetado para que a própria empresa especializada em transporte público possa realizar a operação. O cadastro de itinerários consiste em: cadastro da descrição, paradas e rotas.

Figura 18 – Cadastro de itinerário - Descrição

Cadastro de Itinerário - Empresa X

Descrição do Itinerário: Ibirapuitã x Vila Nova

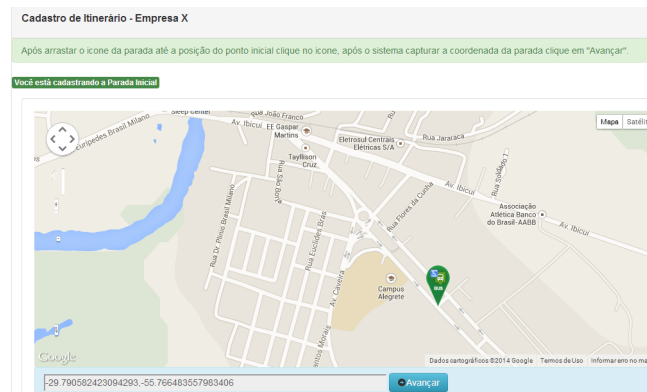
Avançar Cancelar

A Figura 18 demonstra como é realizado o cadastro da descrição do itinerário, neste exemplo é Ibirapuitã x Vila Nova.

Ao informar a descrição do itinerário o usuário é direcionado ao cadastro da parada inicial, ou seja, de onde o ônibus inicia seu itinerário, como é apresentado na Figura 19.

Para informar a parada inicial no sistema basta arrastar o ícone que é exibido no mapa até o local desejado. O mapa é iniciado automaticamente na cidade em que

Figura 19 – Cadastro de itinerário - Parada inicial



a empresa é cadastrada, assim, facilitando para o usuário o processo de cadastro. O cadastro da parada final ocorre da mesma forma que a parada inicial.

Após o cadastro destas informações o usuário pode conferir na "listagem de itinerários" o itinerário cadastrado, como é apresentado na [Figura 20](#)

Figura 20 – Listagem dos itinerários cadastrados pela empresa.

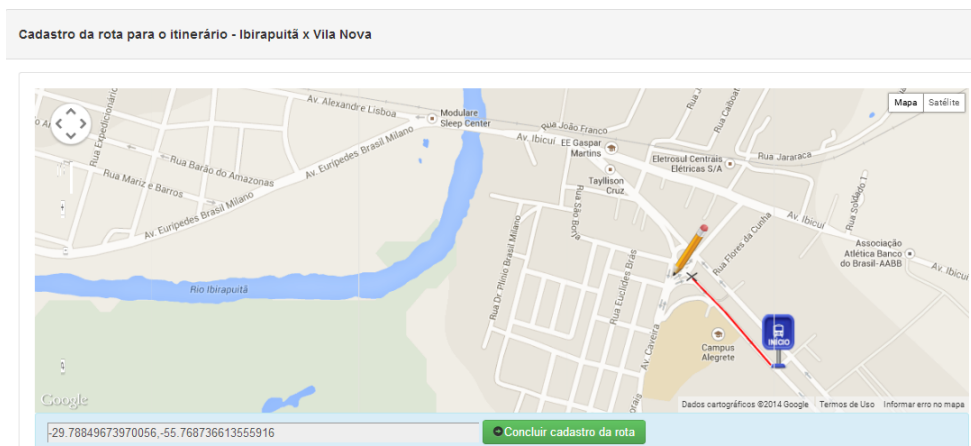
Itinerários cadastrados - Empresa X					
+ Cadastrar Itinerário + Escolher Itinerário já cadastrado					
#	Descrição	Adicionar Paradas		Rotas	Ações
22	Ibirapuitã x Cidade Alta	Escolher paradas já cadastradas	Adicionar Paradas	Escrever rota	✕
35	Ibirapuitã x Vila Nova	Escolher paradas já cadastradas	Adicionar Paradas	Escrever rota	✕

Para realizar o cadastro da rota, que exibirá ao passageiro o caminho do itinerário no mapa, o usuário deverá clicar em "Escrever Rota". A [Figura 21](#) demonstra como é realizado o cadastro de rotas no sistema.

O cadastro de rota é iniciado na "Parada Inicial" do itinerário, o usuário deve selecionar o ícone do lápis no mapa e seguir clicando sobre o caminho que o ônibus percorre para escrever a rota sobre o mapa. A cada vez que ele clica é incrementado a linha vermelha, que demonstra o caminho, um pedaço. Para guiar o usuário, é apresentado a "parada inicial" e a "parada final" no mesmo mapa.

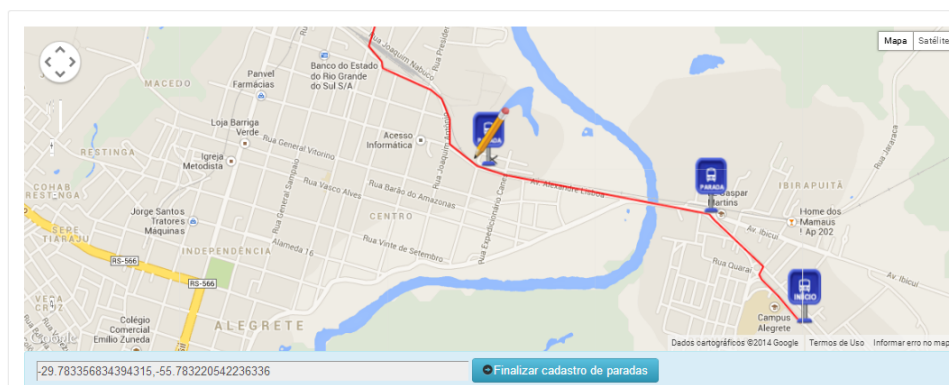
Até o momento, foi demonstrado o cadastro de apenas duas paradas, a inicial e final. Mas o usuário poderá cadastrar várias paradas se necessário. A [Figura 22](#) demonstra como é realizado o cadastro de paradas no LocateBus. É importante reforçar que a Linha vermelha exibe a rota do itinerário, ou seja, as paradas cadastradas devem estar dentro

Figura 21 – Cadastro da rota do itinerário Ibirapuitã x Vila Nova.



desta linha vermelha.

Figura 22 – Cadastro da paradas do itinerário Ibirapuitã x Vila Nova.

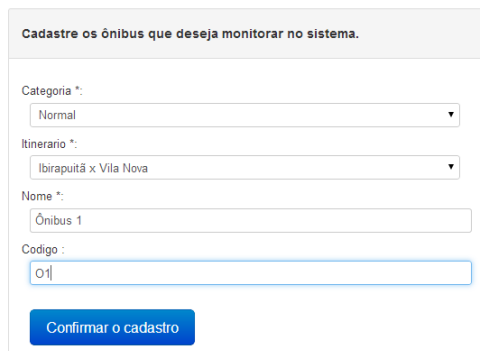


Para realizar o cadastro o usuário deverá clicar no ícone do lápis, arrastar até o local que deseja cadastrar uma parada e novamente clicar sobre o mapa. Ao aparecer o ícone da parada o cadastro foi realizado.

#### 8.2.4 Cadastro dos ônibus

O LocateBus possui uma funcionalidade para a empresa cadastrar os ônibus de sua frota. Este cadastro é importante pois para que um GPS possa se tornar ativo, tem que estar vinculado a um ônibus. O cadastro de ônibus solicita as seguintes informações: categoria, descrição, código e itinerário. No início do trabalho foi identificado que um itinerário pode receber vários ônibus, desta forma, o LocateBus foi desenvolvido para atender a este requisito. A Figura 23 demonstra o formulário de cadastro de ônibus do sistema em questão.

Figura 23 – Cadastro de ônibus



Cadastre os ônibus que deseja monitorar no sistema.

Categoria \*: Normal

Itinerário \*: Ibirapuitã x Vila Nova

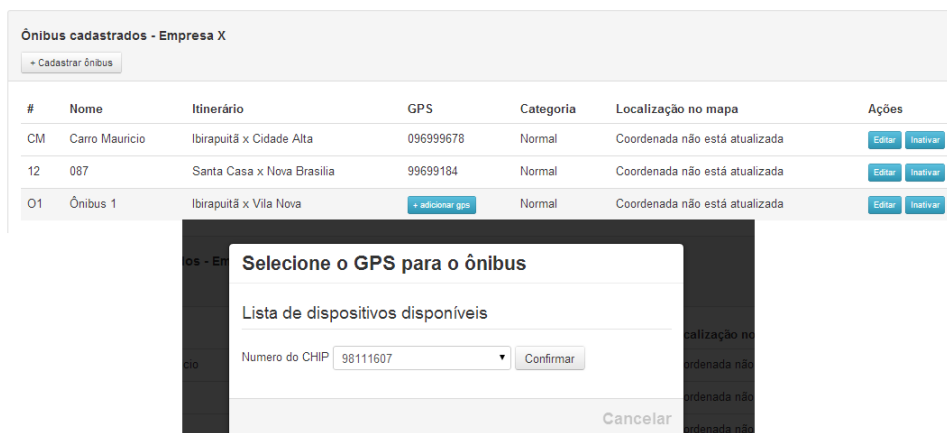
Nome \*: Ônibus 1

Código: O1

Confirmar o cadastro

Ao confirmar a operação, o usuário é redirecionado para a listagem de ônibus. Nota-se que o ônibus cadastrado conforme a Figura 23 possui um botão com a descrição "+ adicionar GPS", isto porque ainda não possui um GPS relacionado com este ônibus. Para realizar a vinculação, é necessário que o usuário clique no botão anteriormente citado e escolha um GPS na lista. Um exemplo desta operação é demonstrado na Figura 24. Quando a operação for finalizada o ônibus em questão poderá ser monitorado em tempo

Figura 24 – Vinculação de GPS ao ônibus



Ônibus cadastrados - Empresa X

+ Cadastrar ônibus

#	Nome	Itinerário	GPS	Categoria	Localização no mapa	Ações
CM	Carro Mauricio	Ibirapuitã x Cidade Alta	096999678	Normal	Coordenada não está atualizada	Editar Inativar
12	087	Santa Casa x Nova Brasília	99699184	Normal	Coordenada não está atualizada	Editar Inativar
O1	Ônibus 1	Ibirapuitã x Vila Nova	+ adicionar gps	Normal	Coordenada não está atualizada	Editar Inativar

**Selecione o GPS para o ônibus**

Lista de dispositivos disponíveis

Numero do CHIP: 98111607

Confirmar

Cancelar

real. Para isso será necessário visualizar as informações do itinerário relacionado ao ônibus.

### 8.2.5 Monitoramento em tempo real

O monitoramento em tempo real, é a funcionalidade que tem por objetivo, fornecer a localização em tempo real dos ônibus por itinerário. O passageiro poderá selecionar o itinerário que desejar na página inicial do LocateBus, como é mostrado na Figura 25.

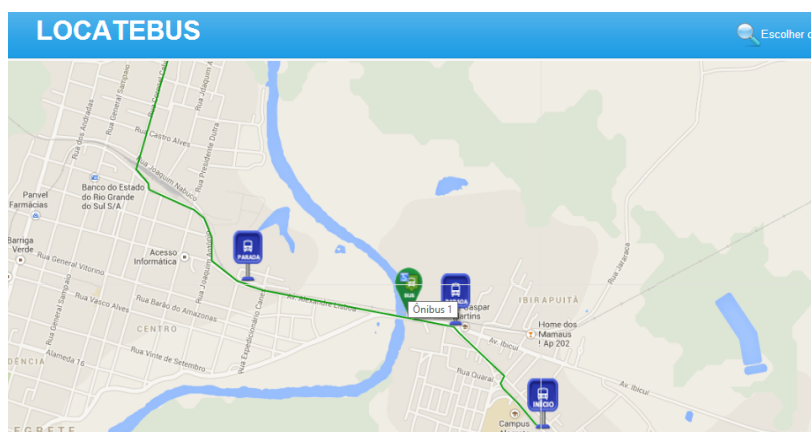
Figura 25 – Formulário para escolha de itinerário - LocateBus



The image shows the LocateBus website interface. On the left, there is a login section titled "Entrar" with fields for "Informe seu e-mail:" and "Sua senha:", a "Logar" button, and a link for "Ainda não está cadastrado? Não perca seu tempo, clique aqui cadastre-se!". On the right, there is a section titled "Selecione as informações abaixo para utilizar o sistema" with dropdown menus for "Estado" (RS), "Cidade" (Alegrete), "Itinerário" (Ibiraputã x Vila Nova), and "Parada" (Avenida Ibicuí, 65-181 - Ibiraputã, Alegrete - RS, Brasil). Below these are "Limpar" and "Visualizar Mapa" buttons.

Ao escolher um itinerário o sistema será redirecionado para o mapa, para que o passageiro possa visualizar todas informações do itinerário, como paradas, rota e a localização dos ônibus que estiverem fazendo aquele caminho. O Figura 26 representa a página de visualização das informações em tempo real ao passageiro. Nesta imagem é possível ver o ícone do ônibus que quando visualizado no sistema, vai mudando de acordo com as informações que chegam na base de dados, também é possível visualizar os ícones das paradas, o nome do ônibus que está sendo monitorado e a rota do ônibus, que é a linha que demonstra o caminho que o ônibus irá percorrer.

Figura 26 – Mapa - LocateBus

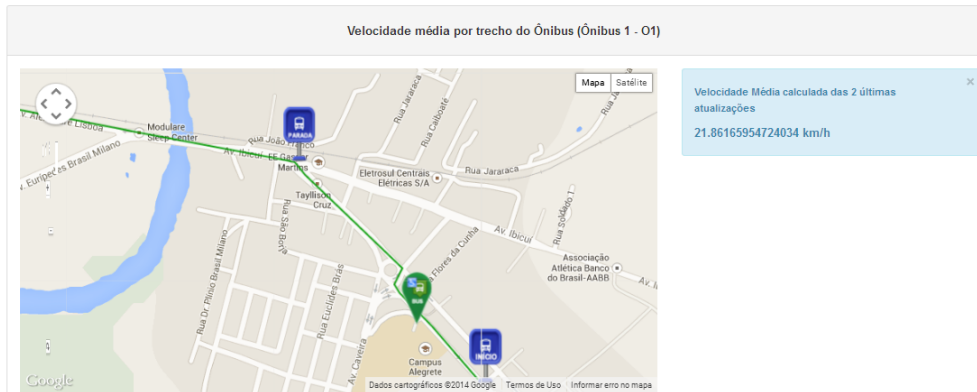


Segundo a Empresa X, esta é uma boa contribuição ao passageiro, sendo que ao monitorar a localização do veículo, ele poderá se deslocar a parada somente quando ônibus estiver chegando próximo a ela.

### 8.2.6 Monitoramento da velocidade média por ônibus

Uma das ferramentas administrativas que o LocateBus permite a empresa, além do controle dos itinerários e frotas, é o monitoramento em tempo real da velocidade média de cada ônibus. A Figura 27 apresenta o monitoramento realizado do ônibus cadastrado.

Figura 27 – Monitoramento velocidade média



Na Figura 27 a velocidade média é apresentada no quadro ao lado do mapa. Neste caso a velocidade média entre os dois últimos pontos é: 21.86 Km/h. O mapa apresenta as informações do itinerário que o ônibus realiza e sua localização naquele exato momento. Para a Empresa X, este tipo de controle permite eventuais estudos relacionados a consumo de combustível e prevê a relação de motoristas com o ônibus para que seja possível monitorar os condutores de forma individual.

### 8.2.7 Consulta ao histórico de viagens

Para realizar uma consulta ao histórico de viagens de um determinado ônibus, o usuário deverá informar a data desejada e o intervalo de tempo. O sistema realizará uma busca e apresentará no mapa as informações encontradas.

Figura 28 – Histórico de viagens



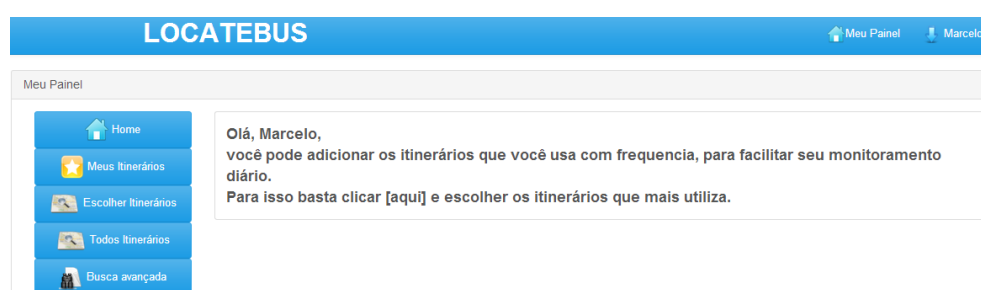
A Figura 28 apresenta uma consulta realizada para busca de informações da viagem ocorrida no dia 13/01/2014, mais precisamente, no intervalo de 18:51:00 e 18:55:00. Segundo a Empresa X, a consulta ao histórico vai auxiliar para um melhor controle de

suas viagens, onde poderá ser identificado horário de saída dos ônibus para cada viagem e também trechos e horários mais lentos.

### 8.2.8 Perfil do passageiro

Para fornecer ao passageiro acesso ao LocateBus foi desenvolvido um ambiente no sistema onde possa ser possível, salvar seus itinerários de preferência e também utilizar a ferramenta para auxiliar a busca de paradas. A [Figura 29](#) apresenta o painel do passageiro, que é exibido após o usuário realizar a identificação no sistema com seu e-mail e senha.

Figura 29 – Painel do passageiro



Neste painel o passageiro poderá escolher seus itinerários de preferência, ou seja, aqueles que utiliza com mais frequência, para que não seja necessário preencher o formulário de busca a todo momento que for utilizar a plataforma. Também será possível buscar paradas com a ferramenta de busca avançada, como é apresentado na [Figura 30](#). Os ícones numerados no mapa, são todas paradas cadastradas no sistema para a cidade que o passageiro informou no momento do seu cadastro na plataforma. Ele poderá criar uma circunferência no mapa, sendo que a partir do ponto central desta será calculado a distância para cada parada que estiver dentro da circunferência, assim ele poderá identificar o ponto mais próximo.

Após identificar a parada mais próxima, o passageiro poderá visualizar quais itinerários que utilizam a parada desejada, clicando no botão "ver rotas". Esta visualização é importante pois uma parada pode ser utilizada por vários itinerários, portando é necessário fornecer ao passageiro uma ferramenta para dar a ele o poder de escolha sobre o itinerário. A [Figura 31](#) apresenta um exemplo de paradas que são utilizadas por mais de um itinerários. Nota-se que neste caso, o passageiro pode escolher entre os dois itinerários que passam sobre a parada o que for útil a sua viagem. Caso ele não conheça o itinerário completo ele poderá visualiza-ló clicando no botão "Ver itinerário completo".

Segundo a Empresa X, esta funcionalidade pode facilitar principalmente para passageiros que não conhecem totalmente a cidade, fazendo com que eles consigam identificar em qual parada devem esperar o ônibus para ir ao local desejado.

Figura 30 – Ferramenta de busca avançada

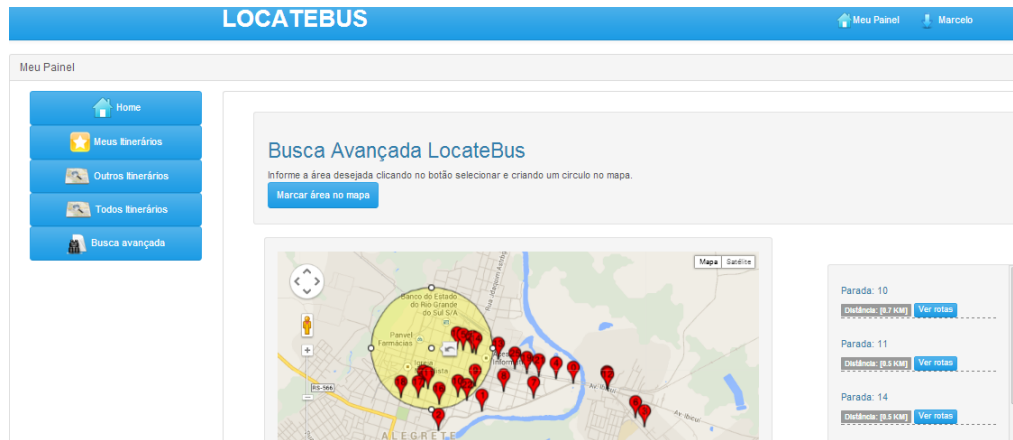
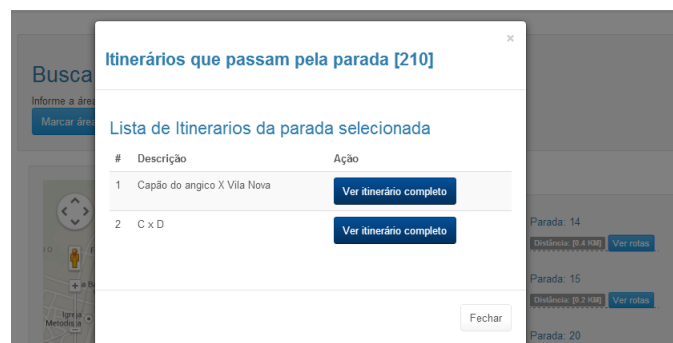


Figura 31 – Itinerários que utilizam a parada 210

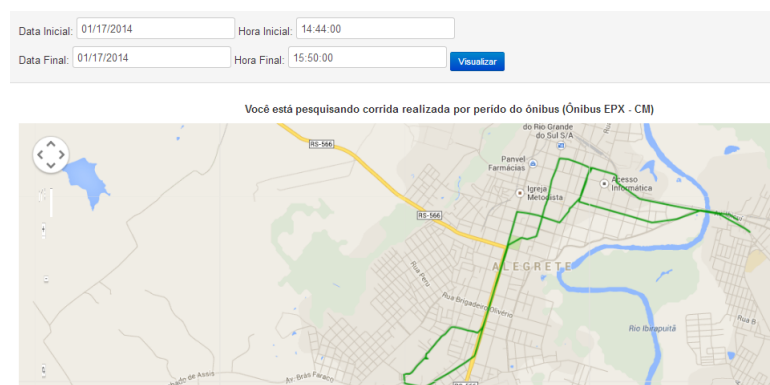


### 8.2.9 Instalação do GPS em um ônibus

A Empresa X, disponibilizou acesso a um ônibus, no dia 17/01/2013, para que fosse realizado o teste com a instalação do GPS e monitoramento em tempo real do veículo. Foi realizada uma viagem e simuladas duas situações que poderiam ser vivenciadas pelos passageiros. Nesta simulação foi confirmado que com o aplicativo em mãos o passageiro poder obter auxílio para ficar menos tempo esperando o ônibus na parada, pois é possível obter a localização do ônibus em tempo real. A Figura 32 apresenta o resultado do acesso ao histórico de viagens do ônibus que foi realizado o teste. Nota-se que a linha verde é o percurso que foi monitorado no sistema, que está entre o intervalo de tempo 14:44:00 às 15:50:00. Este teste em ambiente real comprova também que o acesso ao histórico pode ser uma ferramenta importante, pois a empresa pode provar em eventuais necessidades que cumpriu o itinerário ou que cumpriu o horário. Esses fatores reforçam a contribuição do LocateBus para as empresas especializadas em transporte público.



Figura 32 – Consulta ao histórico de viagem realizada no dia 17/01/2013



### 8.2.10 Formulário aplicado na Empresa X

Após a apresentação do LocateBus para o administrador da Empresa X conforme apresentado na [seção 8.2](#), foi aplicado um formulário com oito questões para que seja coletado o ponto de vista do administrador em relação as funcionalidades e aos objetivos deste trabalho. A [Figura 33](#) apresenta na resultado deste formulário.

As respostas do entrevistado juntamente com o estudo de caso realizado, apresenta uma avaliação positiva do sistema proposto considerando o cenário da Empresa X. Estas resposta também auxiliam o questionamento criado no início deste trabalho, onde foi realizado a seguinte pergunta: Um software como serviço especializado para o transporte público pode auxiliar empresas e passageiros a tomar decisões com base em informações? Este estudo indica que um software como o proposto neste trabalho pode trazer contribuições para o setor de transporte público urbano.

Cabe ressaltar que os modestos resultados deste trabalho foram obtidos com apenas uma empresa, ainda não podendo ser garantido o mesmo resultado em outras organizações.

Figura 33 – Formulário aplicado a Empresa X

<b>Formulário de entrevista</b>				
<b>Objetivo do documento:</b> Este formulário tem por objetivo validar a visita e entrevista realizada pelo aluno Marcelo Maia Lopes à empresa em questão, denominada Empresa X no trabalho.				
<b>Objetivo da visita:</b> A visita realizada tem como objetivo a realização de uma entrevista para apresentação das funcionalidades do software desenvolvido para a disciplina de trabalho de conclusão de curso II, do curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa.				
<b>Data da Visita:</b> 20/01/2013				
<b>Perfil do entrevistado:</b> Administrador de empresas especializada em transporte público.				
Nº	Perguntas	Alto	Média	Baixo
1	A solução apresentada fornece ao passageiro auxílio para localizar o ônibus e ficar menos tempo na parada?	X		
2	A solução apresentada fornece a empresa informações para tomada de decisões e auxílio no controle da frota?	X		
3	O acesso ao histórico das informações contribui para um melhor controle das viagens?	X		
4	A solução apresentada auxilia o passageiro que não conhece totalmente a cidade na busca de paradas, rotas e ônibus?		X	
5	A solução apresentada pode contribuir para o passageiro encontrar o itinerário mais adequado a sua viagem?	X		
6	A solução apresentada auxilia a empresa na tomada de decisões diárias?		X	
7	A solução apresentada auxilia o passageiro a identificar horário de ir para a parada?	X		
8	A configuração do software é condizente com a realidade de funcionários da empresa?		X	

## 9 Conclusão

A utilização da computação em nuvem vem sendo atrativa em vários setores principalmente por fatores financeiros. Neste trabalho o fator financeiro não foi considerado e sim a possibilidade de utilização do software como serviço através da internet. O questionamento inicial do trabalho, relacionado a contribuição que um software baseado na nuvem pode fornecer ao setor de transporte público foi comprovado com o resultado do estudo de caso realizado na empresa X, onde ficou evidenciado a avaliação positiva por parte da empresa.

A participação desta empresa no trabalho foi de grande contribuição. Através desta foi possível obter informações específicas do transporte público que somente profissionais da área conhecem, assim auxiliando o crescimento do trabalho.

Ao realizar um estudo em ambiente real foi possível identificar as principais contribuições que a adoção do sistema pode trazer à empresas e passageiros, entre as mais importantes aponto a localização do ônibus em tempo real. A escolha das tecnologias GPS e aplicativos para smartphone favoreceram para a obtenção do resultado deste trabalho por serem tecnologias bem difundidas e estáveis.

Através do alcance dos objetivos, abre-se um leque de opções para novos estudos subsequente a este. O estudo de caso realizado aponta para uma avaliação positiva de uma empresa específica, mas que possui uma rotina parecida com várias outras do Brasil. Com este resultado novos desafios de melhorias no software e pesquisa mais aprofundadas surgirão, podendo haver contribuições a área de computação em nuvem para o transporte público.

Por não estar no escopo do trabalho não foram abordados assuntos como otimização de rotas, controle de motoristas e estimativas de viagens, que podem ser explorados em outras ocasiões.

A utilização do LocateBus segundo o estudo realizado, aponta para uma contribuição para os passageiros ficarem menos tempo em paradas esperando ônibus, facilita a identificação de rotas e paradas. Pode auxiliar também pessoas que vão em cidades que não conhecem, onde acessando o sistema na internet poderão obter informações que para auxiliar na identificação do melhor ônibus para sua viagem. Para as empresas, o LocateBus pode contribuir no controle das frotas, sendo que será possível ao empresário ter acesso em tempo real da localização do ônibus, podendo também controlar a velocidade média de cada veículo.

Como trabalhos futuros aponto: criação de funcionalidades relacionadas ao auxílio

a otimização de rotas, relação das viagens com as horas trabalhadas dos motoristas, realização de pesquisas quantitativas sobre a utilização do sistema pelos passageiros, criação de um módulo de fiscalização para os órgãos reguladores do transporte público e a criação de estimativas de horários das viagens para a disponibilização nas paradas.

A contribuição deste trabalho para a minha formação foi de grande valor. Foi um desafio que me motivou do início ao fim me agregando conhecimento e experiência acadêmica. Identifico vários fatores que poderiam torná-lo melhor e também várias oportunidades para trabalhos de outras profissionais.

# Referências

- ComputerWorld. *Serpro lança serviço em nuvem do governo federal em setembro*. 2013. Access date: 23 nov. 2013. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br/tecnologia/2013/08/16/serpro-lanca-servico-em-nuvem-do-governo-federal-em-setembro/>>. Citado na página 19.
- DEVELOPERS, G. *API Javascript do Google Maps v3*. 2013. Access date: 23 nov. 2013. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/examples/map-simple?hl=pt-br>>. Citado na página 46.
- DIGITAL, C. *SPTrans adere à virtualização no controle de fretados*. 2010. Access date: 23 nov. 2013. Disponível em: <<http://convergenciadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=24095>>. Citado na página 38.
- FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. *Transporte público urbano*. [S.l.]: Rima, 2004. Citado na página 19.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. [S.l.]: Atlas, 1998. Citado na página 33.
- Globo.com. *Passageiros podem rastrear trajeto e horário dos ônibus, em Aracaju*. 2012. Access date: 23 nov. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2012/08/passageiros-podem-rastrear-trajeto-e-horario-dos-onibus-em-aracaju.html>>. Citado na página 37.
- IBGE. *Senso Demográfico de 2010- IBGE*. 2013. Access date: 02 fev. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000237.pdf>>. Citado na página 38.
- MELO, C. A. et al. Software como serviço: Um modelo de negócio emergente. *Paper Centro de Informática-Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)*, 2007. Citado na página 27.
- PhoneGap. *I. The future of IT in large corporations: A whitepaper on Software as a Service*. 2013. Access date: 24 nov. 2013. Disponível em: <<http://phonegap.com/about/>>. Citado na página 43.
- RAMALHO, N. C. L. *Um estudo de Computação em Nuvem no Brasil*. Dissertação (Mestrado), 2012. Citado 3 vezes nas páginas 26, 27 e 38.
- SOMMERVILLE, L. *Engenharia de Software*. [S.l.]: Pearson Prentice Hall, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 49.
- SPTRANS. *Olho Vivo, Sistema de monitoramento do transporte*. 2013. Access date: 23 nov. 2013. Disponível em: <<http://olhovivo.sptrans.com.br/>>. Citado na página 37.
- TAURION, C. *Cloud Computing: Transformando o mundo da tecnologia da informação*. [S.l.]: Brasport, 2009. Citado 3 vezes nas páginas 23, 26 e 29.

- TechNet - Microsoft. *Separação de responsabilidades*. 2014. Access date: 23 nov. 2013. Disponível em: <<http://blogs.technet.com/b/yungchou/archive/2010/12/17/cloud-computing-concepts-for-it-pros-2-3.aspx>>. Citado na página 25.
- Thinks Strategies. *I. The future of IT in large corporations: A whitepaper on Software as a Service*. 2005. Access date: 23 nov. 2013. Disponível em: <<http://thinkstrategies.com/>>. Citado na página 27.
- URBANA-PE. *Sindicato das Empresas de Transportes de Passageiros no Estado de Pernambuco*. 2013. Access date: 23 nov. 2013. Disponível em: <<http://urbana-pe.com.br/em-aracaju-usuarios-de-onibus-podem-rastrear-horarios>>. Citado na página 37.
- VERAS, M. *Cloud Computing: Nova arquitetura da TI*. [S.l.]: Brasport, 2012. Citado 7 vezes nas páginas 20, 23, 24, 25, 26, 27 e 28.
- Viaçao Progresso. *Site da empresa Viaçao Progresso*. 2013. Access date: 23 nov. 2013. Disponível em: <<http://www.viacaoprogresso.com/v1/index.php>>. Citado na página 37.