

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO – BACHARELADO

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TRANSPORTE
PÚBLICO UTILIZANDO AS TECNOLOGIAS GPS E GPRS**

BRUNO CÉSAR BARELLI BET

BLUMENAU
2013

2013/2-03

BRUNO CÉSAR BARELLI BET

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TRANSPORTE
PÚBLICO UTILIZANDO AS TECNOLOGIAS GPS E GPRS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Regional de Blumenau para a
obtenção dos créditos na disciplina Trabalho
de Conclusão de Curso II do curso de Sistemas
de Informação— Bacharelado.

Prof. Francisco Adell Péricas, Mestre - Orientador

**BLUMENAU
2013**

2013/2-03

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TRANSPORTE
PÚBLICO UTILIZANDO AS TECNOLOGIAS GPS E GPRS**

Por

BRUNO CÉSAR BARELLI BET

Trabalho aprovado para obtenção dos créditos na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, pela banca examinadora formada por:

Presidente: _____
Prof. Francisco Adell Péricas, Mestre – Orientador, FURB

Membro: _____
Prof. Wilson Pedro Carli, Mestre – FURB

Membro: _____
Prof. Miguel Alexandre Wisintainer, Mestre – FURB

Blumenau, 05 de dezembro de 2013.

Dedico este trabalho a minha família que sempre me ajudou e me apoiou.

AGRADECIMENTOS

A minha família, que mesmo longe, sempre esteve presente.

A meus pais que sempre colaboraram e incentivaram todos os meus objetivos.

A minha namorada por sempre estar ao meu lado e me incentivar em todos os momentos.

A meu orientador, professor Francisco Adell Péricas, pela sua paciência, empenho e por ter acreditado na conclusão deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Sistemas e Computação da Universidade Regional de Blumenau por suas contribuições durante os semestres letivos.

Quando você quer alguma coisa, todo o universo conspira para que você realize seu desejo.

Paulo Coelho

RESUMO

Este trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema de monitoramento de transporte público utilizando o sistema de posicionamento global (GPS) e o serviço de rádio de pacote geral (GPRS). Por meio de um dispositivo instalado nos ônibus é possível obter as suas localizações e através do envio das informações para um servidor é possível monitorar os mesmos em seu trajeto. Os usuários de transporte público acessam estas informações pela internet, obtendo como informação a localização dos ônibus durante os seus trajetos, assim conseguindo um melhor planejamento de suas viagens.

Palavras-chave: Sistema de monitoramento. Sistema de posicionamento global. Serviço de Rádio de Pacote Geral. Transporte público.

ABSTRACT

This work is the development of a public transport monitoring system using a global positioning system (GPS) and general packet radio service (GPRS). Through a device installed on the buses, you can get your location and sending information to a server you can monitor buses in its path. The public transport users access this information over the internet, getting information like the location of the bus during your commute, thus achieving a better plan their trips.

Key-words: Monitoring system. Global Positioning System. General Packet Radio Service. Public transport.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Nacional de STI da Coreia do Sul	16
Figura 2 - Exemplo de um sistema AVL	18
Figura 3 - Distribuição de satélites na órbita terrestre	19
Figura 4 - Determinação da posição geográfica utilizando GPS	20
Figura 5 - Posição em 2D com três satélites.....	21
Figura 6 - Posição em 3D com quatro satélites	21
Figura 7 - Representação de uma rede GSM.....	23
Figura 8 - Foto de um SIM Card	23
Figura 9 - Rede GSM acrescida da rede GPRS	24
Figura 10 - Aparelho MTC400 GSM/GPRS	25
Figura 11 - Software Arena Control Center realizando uma consulta.	26
Figura 12 - Consulta por linha projeto Olho Vivo	27
Figura 13 - Aplicação <i>Web</i> para consulta de itinerário de transporte público realizando uma consulta de itinerário	28
Figura 14 - Tela de visualização módulo <i>web</i>	28
Figura 15 - Casos de uso fluxo principal	32
Figura 16 - Casos de uso obter e atualizar localização de ônibus	32
Figura 17 - Diagrama de atividades da atualização da localização de ônibus.....	33
Figura 18 - Modelo de entidade e relacionamento.....	34
Figura 19 - Diagrama de classes do módulo de recebimento de dados	35
Figura 20 - Tela da ferramenta NetBeans IDE 7.3.1	36
Figura 21 - Tela da ferramenta Adobe Dreamweaver CS6	37
Figura 22 - Ambiente do WampServer	37
Figura 23 - Ambiente do PHPMyAdmin.....	38
Figura 24 - Trecho de código utilizando Ajax.....	38
Figura 25 - Aparelho GPS/SMS/GPRS Tracker 103B	39
Figura 26 - Trecho do código que solicita a localização do aparelho.....	40
Figura 27 - Tela inicial do sistema	41
Figura 28 - Resultados de busca.....	41
Figura 29 - Localização de ônibus	42
Figura 30 - Página de <i>login</i>	42

Figura 31 - Tela de cadastros.....	43
Figura 32 - Cadastro de parada.....	43
Figura 33 - Cadastro de itinerário	44
Figura 34 - Módulo de recebimento de dados	45
Figura 35 - Trecho do código do módulo de recebimento de dados.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisitos funcionais principais.....	30
Quadro 2 - Requisitos não funcionais	31
Quadro 3 - Comandos para a comunicação com o aparelho GPS, GPRS Tracker utilizando GPRS.....	39
Quadro 4 - Comparação de funcionalidade dos trabalhos correlatos.....	46
Quadro 5 - Descrição dos casos de uso.....	53
Quadro 6 - Tabela de usuários.....	61
Quadro 7 - Tabela de empresas	61
Quadro 8 - Tabela de aparelhos localizadores.....	62
Quadro 9 - Tabela de linhas de ônibus.....	62
Quadro 10 - Tabela de ônibus	63
Quadro 11 - Tabela de itinerários.....	64
Quadro 12 - Tabela de paradas de ônibus.....	64
Quadro 13 - Tabela de associação de itinerários com paradas	65
Quadro 14 - Tabela de associação de paradas com próximas paradas	65
Quadro 15 - Tabela de ruas.....	65
Quadro 16 - Tabela de bairros	66

LISTA DE SIGLAS

2D - Duas dimensões

3D - Três dimensões

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AJAX - *Asynchronous JavaScript and XML*

API - *Application Programming Interface*

APN - *Access Point Name*

APTS - *Advanced Public Transportation Systems*

ATIS - *Advanced Traveler Information Systems*

ATMS - *Advanced Transportation Management Systems*

AVL - *Automatic Vehicle Location*

BCC – Curso de Ciências da Computação – Bacharelado

BSS - *Base Station Subsystem*

CSS - *Cascading Style Sheets*

DR- *Dead-reckoning*

DSC - Departamento de Sistemas e Computação

FURB - Universidade Regional de Blumenau

GLONASS - *Global Navigation Satellite System*

GGSN - *Gateway GPRS Support Node*

GNSS - *Global Navigation Satellite Systems*

GPRS - *General Packet Radio Services*

GPS - *Global Positioning System*

GSM - *Global System for Mobile Communication*

HTML - *HyperText Markup Language*

IMEI – *International Mobile Equipment Identity*

IP - *Internet Protocol*

MER - Modelo Entidade Relacionamento

MS - *Mobile Station*

NAVSTAR-GPS - *Navigation System Using Time and Ranging Global Positioning System*

NSS - *Network and Switching Subsystem*

OMS - *Operations and Maintenance System*

PHP - *Hypertext Preprocessor*

RF - Rádio Frequência

RF - Requisitos Funcionais

RNF - Requisitos Não Funcionais

SBC - Sociedade Brasileira de Computação

SGSN - *Serving GPRS Support Node*

SIM - *Subscriber Identity Module*

SMS - *Short Message Service*

STI - Sistemas de Transportes Inteligentes

STPP - Sistema de Transporte Público de Passageiros

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

V2V - *Vehicle-to-Vehicle Integration*

VII - *Vehicle to Infrastructure Integration*

WGS84 - *World Geodetic System 1984*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO	13
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 MEIOS DE TRANSPORTE	14
2.1.1 Situação atual do transporte público urbano	14
2.2 SISTEMAS DE TRANSPORTES INTELIGENTES (STI)	15
2.2.1 Categorias de Sistemas de Transportes Inteligentes (STI)	16
2.3 LOCALIZAÇÃO AUTOMÁTICA DE VEÍCULO	17
2.4 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO	19
2.5 TRANSMISSÃO DE DADOS	22
2.5.1 Rede GPRS	24
2.6 TRABALHOS CORRELATOS	25
3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA	29
3.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES	29
3.2 ESPECIFICAÇÃO	30
3.2.1 Requisitos Funcionais	30
3.2.2 Diagrama de casos de uso	31
3.2.3 Diagrama de Atividades	33
3.2.4 Modelo Entidade Relacionamento	34
3.2.5 Diagrama de Classes do módulo de recebimento de dados	35
3.3 IMPLEMENTAÇÃO	36
3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas	36
3.3.2 Operacionalidade da implementação	400
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	455
4 CONCLUSÕES	477
4.1 EXTENSÕES	477
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A – Descrição dos Casos de Uso	533
APÊNDICE B – Descrição do Dicionário de Dados	61

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização brasileira e a formação de grandes cidades, introduzem uma crescente complexidade para o planejamento, gestão e operação da mobilidade urbana. Atender as expectativas de qualidade, segurança e conforto para os deslocamentos das pessoas e a busca de resultados compatíveis com as necessidades de sustentabilidade para o setor de transporte público, colocam exigências que só poderão ser alcançadas pelo incremento de tecnologia e inteligência (NÉSPOLI, 2012).

A complexidade do planejamento urbano, a carência de soluções inteligentes e as medidas para incentivar a compra de automóveis trazem um problema constante nas grandes cidades: o trânsito. O número crescente de automóveis leva a uma previsão nada agradável. As cidades vão parar. Grandes cidades não suportam mais o excesso de veículos e já se vêem num caos total. Um exemplo é a cidade de São Paulo, que segundo Giovanelli (2011), em fevereiro de 2011, emplacou 1.184 novos carros por dia, um número 9% maior que o registrado no mesmo período em 2010. Estima-se que, destes, 3,8 milhões circulem diariamente pelos mais de 17.000 quilômetros de vias da capital. Enquanto a população paulistana cresceu 32% desde 1980, o número de veículos da frota mais que quadruplicou.

O problema do trânsito nas cidades abre espaço para diversas soluções. Dentre as alternativas está o transporte público. Grandes cidades investem em transporte público como ônibus, trens e metrô para aliviar o caos nas ruas das cidades. Segundo a SPNoticias (2008), o Plano de Expansão do Transporte Metropolitano de São Paulo conta com um investimento de R\$ 17 bilhões. Esses recursos estão sendo empregados na compra de novos trens, construção e reforma de estações e na modernização de todo o sistema. O objetivo é melhorar a capacidade do sistema, e a qualidade do serviço prestado ao cidadão, contribuindo para desafogar o trânsito da região metropolitana. Soluções como o metrô, o corredor de ônibus e trens, fazem com que o cidadão chegue mais rápido ao seu destino final e deixe de utilizar o automóvel pessoal como meio de locomoção.

A tecnologia também trouxe um novo aliado ao caos do trânsito, o conceito de trânsito inteligente que está sendo tendência nas grandes cidades e reflete em diversos benefícios como o aumento de qualidade e planejamento na mobilidade urbana e consecutivamente o aumento na qualidade de vida do cidadão. Ter um transporte público inteligente e capaz de despertar o interesse do usuário será fundamental para o planejamento das grandes cidades.

A tecnologia traz novas maneiras de inovar o transporte público e melhorar sua performance e gestão. Investir na modernização e fazer com que o usuário utilize o transporte público e deixe seu automóvel em casa é uma medida fundamental para a melhoria do trânsito nas cidades. Observando a situação atual do trânsito e a tendência tecnológica voltada à mobilidade urbana, este trabalho propõe a elaboração de um sistema de monitoramento de transporte público utilizando as tecnologias *Global Position System* (GPS) e *General Packet Radio Service* (GPRS).

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é apresentar um sistema de monitoramento de transporte público utilizando as tecnologias GPS e GPRS. Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) obter a localização do ônibus através de um aparelho GPS/GPRS instalado no ônibus;
- b) enviar os dados de localização para um servidor *web* utilizando a tecnologia GPRS;
- c) permitir consultar em tempo real a localização do ônibus pela *web*;
- d) permitir a consulta do trajeto das linhas de ônibus.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo tem-se a introdução ao tema principal deste trabalho com a apresentação dos objetivos e a sua estrutura.

No segundo capítulo apresenta-se a fundamentação teórica pesquisada sobre meios de transporte, sistemas de transportes inteligentes, localização automática de veículos, sistemas de posicionamento, transmissão de dados, rede GPRS e trabalhos correlatos.

O terceiro capítulo apresenta o desenvolvimento do sistema, iniciando-se com o levantamento de informações, tendo na sequência a especificação, implementação e por fim resultados e discussões.

No quarto capítulo tem-se as conclusões deste trabalho bem como apresentam-se sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda assuntos a serem apresentados nas seções a seguir, tais como meios de transporte, sistemas de transportes inteligentes, localização automática de veículos, sistemas de posicionamento, transmissão de dados, rede GPRS e trabalhos correlatos.

2.1 MEIOS DE TRANSPORTE

Atividades cotidianas como ir ao trabalho, à escola ou ao mercado só são possíveis com a locomoção do indivíduo de um ponto A para um ponto B. Pensando nestas simples situações, percebe-se a importância e o impacto do transporte na sociedade.

O termo transporte pode ser designado para o deslocamento de pessoas ou produtos. O transporte de pessoas é denominado transporte de passageiros e o transporte de produtos pode ser denominado como transporte de cargas (FERRAZ; TORRES, 2004).

O transporte urbano é empregado para designar os deslocamentos de pessoas e produtos realizados no interior das cidades. Isto acontece devido a diversos motivos do dia a dia como trabalho e estudos. O transporte urbano de cargas também é comum devido a diversos motivos como a coleta de lixos e transporte de insumos de uma indústria (FERRAZ; TORRES, 2004).

Os meios de transportes se caracterizam também em relação a sua propriedade. Segundo Ferraz e Torres (2004), no que diz respeito a sua propriedade, os meios de transporte se classificam nos grupos privado ou individual; público; coletivo ou de massa; semipúblico.

2.1.1 Situação atual do transporte público urbano

As cidades se tornaram extremamente dependentes do transporte público urbano. Este tipo de serviço se tornou fundamental para o planejamento da mobilidade urbana a tal ponto que também se tornou um problema extremamente sensível.

Segundo Faria e Ferraro (2013), o Sistema de Transporte Público de Passageiros (STPP) vem sofrendo mudanças em virtude de novas tecnologias e mudanças do mercado, bem como alterações sociais. Nos últimos dez anos o transporte público sofreu a redução da demanda de passageiros, passando a sofrer com a concorrência do transporte individual.

A falta de atrativos e o alto custo do transporte público urbano contribuem para o cidadão optar pelo uso do transporte individual. De acordo com Darido e Pena (2012), a evasão decorre da baixa qualidade dos serviços oferecidos e do alto custo destes, não obtendo equilíbrio nos custos e benefícios para o usuário do sistema.

O aumento da população nas grandes cidades agrava o problema de deslocamentos. Estima-se que em 2050 aproximadamente 70% da população do mundo viverá em áreas urbanas. Estes dados geram um grande desafio relacionado a infraestrutura das cidades e requer um planejamento estratégico do transporte público urbano (HANDWERK,2008).

Modernizar o transporte público urbano e aumentar a qualidade de serviços é uma opção de atrativo ideal para que o cidadão opte pelo seu uso. Segundo Azambuja (2002), os itens que mais contribuem para a melhora na qualidade de serviço do transporte público estão relacionados à infraestrutura e à tecnologia utilizada nos veículos. Assim, a utilização dos Sistemas de Transportes Inteligentes (STI) passa a ser fundamental para o transporte público urbano.

2.2 SISTEMAS DE TRANSPORTES INTELIGENTES (STI)

Segundo Darido e Pena (2012, p.11), “não importa quantas rodovias são construídas, elas sempre atingirão sua capacidade máxima, como se pode observar em praticamente todas as cidades do mundo.” Portanto o novo paradigma em transporte não se baseia somente em novas construções, ele se baseia no gerenciamento eficaz da infraestrutura existente, tornando-a mais inteligente, instrumentalizada e interligada.

Conforme define Darido e Pena (2012, p.12), “os Sistemas de Transportes Inteligentes (STI) consistem na aplicação de um conjunto de tecnologias em constante evolução a problemas comuns do transporte coletivo”. Dentre estes se enquadram os centros de controle multimodal e operações, os sistemas avançados de sinalização do trânsito, os sistemas de monitoramento e fiscalização, o gerenciamento de estacionamento, o gerenciamento de

incidentes de tráfego, respostas de emergência, pagamento eletrônico, precificação dinâmica e informações do usuário em tempo real.

Os países mais desenvolvidos em STI possuem uma Agência Nacional de STI com atribuições bem definidas. Dentre estes países se encontram Japão, Cingapura, Coreia do Sul.

A Figura 1 representa o Sistema Nacional de STI que é parte integral do Plano Diretor Nacional de STI da Coreia do Sul (DARIDO; PENA, 2012).

Figura 1 - Sistema Nacional de STI da Coreia do Sul



Fonte: Darido e Pena (2012).

2.2.1 Categorias de Sistemas de Transportes Inteligentes (STI)

Segundo Ezell (2010), os Sistemas de Transportes Inteligentes (STI) podem ser subdivididos em cinco categorias primárias:

- a) *Advanced Traveler Information Systems (ATIS)*;
- b) *Advanced Transportation Management Systems (ATMS)*;
- c) *Enabled Transportation Pricing Systems*;
- d) *Vehicle-to-Infrastructure Integration (VII)*;
- e) *Vehicle-to-Vehicle Integration (V2V)*;
- f) *Advanced Public Transportation Systems (APTS)*.

Um sistema do tipo *Advanced Traveler Information Systems* (ATIS) tem como objetivo informar em tempo real rotas de trânsito e horários, instruções de navegação e informações sobre atrasos devido a problemas decorrentes do trânsito. Os sistemas ATIS mais eficazes são capazes de informar aos condutores sua localização exata em tempo real, informá-los sobre a situação do tráfego atual ou as condições das estradas e rodovias a seu redor (EZELL, 2010).

Advanced Transportation Management Systems (ATMS) ou Sistemas de Gerenciamento do Transporte, inclui aplicações STI em dispositivos de controle de tráfego, como semáforos dinâmicos e painéis eletrônicos em estradas, que exibem informações sobre as condições de tráfego em tempo real (EZELL, 2010).

Os sistemas de tarifação ou *Enabled Transportation Pricing Systems* são um conjunto de medidas que tem como objetivo cobrar tarifas automaticamente, agilizando o processo de pagamento (EZELL, 2010).

Os sistemas *Vehicle-to-Infrastructure Integration* (VII) e *Vehicle-to-Vehicle Integration* (V2V) permitem a ligação com os diferentes tipos de situações que compõem o trânsito, tais como toda a infraestrutura que cerca o veículo e até mesmo outros veículos. Este tipo de sistema consegue informar dados ao veículo como curvas acentuadas na estrada, zonas escolares e declives.

O *Advanced Public Transportation Systems* (APTS) é um conjunto de sistemas que inclui aplicações como localização automática de veículos, que permite localizar veículos em seu trajeto, que incluem ônibus, metrô e trens. Esta categoria também inclui sistemas de pagamento eletrônico de tarifas, que são utilizados em transportes públicos. Exemplos que podem ser citados são países como a Suíça, Japão ou a Coreia do Sul, que permitem aos usuários pagarem as tarifas através do uso de seus cartões inteligentes ou celulares (EZELL, 2010).

2.3 LOCALIZAÇÃO AUTOMÁTICA DE VEÍCULO

De acordo com Cunha (2008), a localização automática de veículos ou *Automatic Vehicle Location* (AVL) é constituída por subsistemas que permitem localizar o veículo durante seu trajeto em tempo real. Esses subsistemas são constituídos de diversos dispositivos

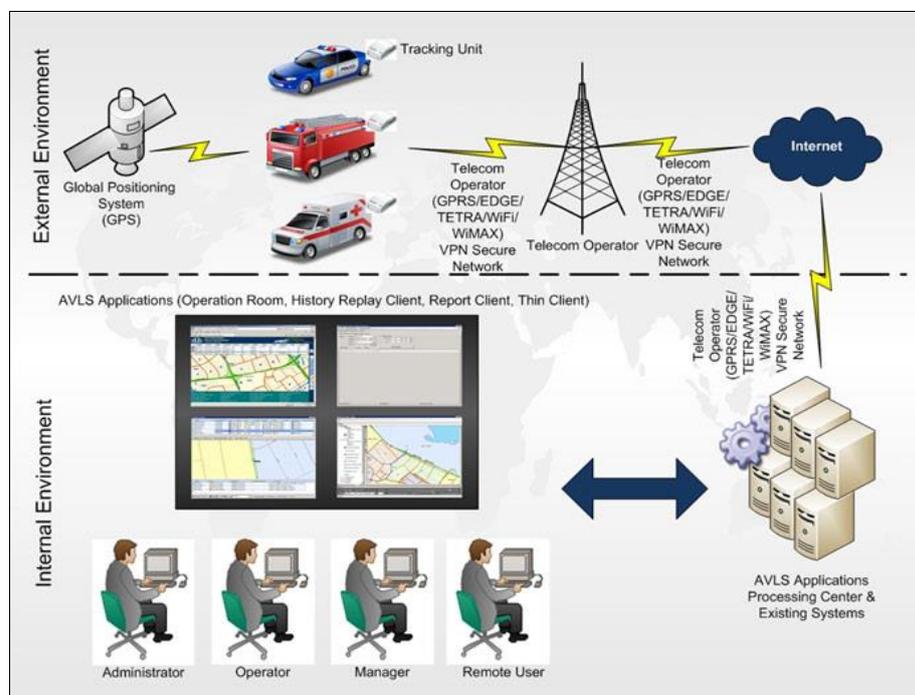
embarcados que permitem a localização geográfica do veículo e o envio de informações. A utilização mais comum do AVL é o sistema *Global Positioning System* (GPS), porém pode ser utilizado com outras tecnologias de posicionamento como rádio frequência e rede de telefonia móvel.

Resumidamente, os sistemas AVL coletam as informações de posicionamento geográfico por um subsistema de aquisição de dados e, utilizando um subsistema de comunicação, envia os dados para uma central de informações e controle, onde são processadas as informações com softwares especializados e integração de dados do posicionamento com a base de dados existente e ferramentas de gestão da informação (CUNHA, 2008).

Conforme Barbosa (2010), o gerenciamento de toda a informação dos dados de localização e estado do veículo é realizado pelos Sistemas de Gestão da Informação.

Um exemplo de como funciona um sistema AVL se encontra na Figura 2, onde através do GPS ou via rádio frequência se obtém a localização do veículo e através do envio destes dados para o sistema de processamento o usuário consegue obter a localização do veículo.

Figura 2 - Exemplo de um sistema AVL



Fonte: Diyar (2010).

Segundo Amarante (2007), os produtos AVL normalmente são configurados com taxas de atualização que ficam entre 1 a 15 minutos. Esta taxa é escolhida para se obter uma boa margem de custo e benefício para as aplicações que necessitam desse tipo de serviço. A

escolha da taxa de atualização afeta diretamente o custo da aplicação, pois quanto maior o número de atualizações maior o custo financeiro.

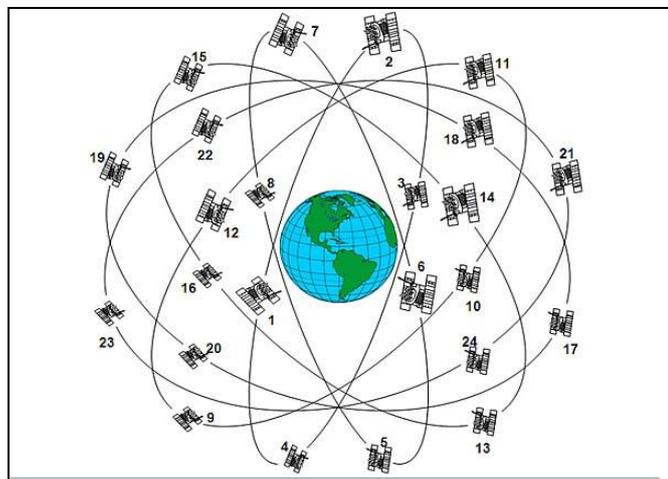
2.4 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO

Segundo Silva (2006), pode-se dividir os sistemas de posicionamento empregados em sistemas AVL em quatro tecnologias: *dead-reckoning* (DR), postos fixos, triangulação de antenas de rádio e posicionamento por satélites.

Sistemas capazes de descobrir posições de determinados objetos ou indivíduos na superfície terrestre são conhecidos como sistemas de posicionamento geodésicos ou *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS). Dentre os sistemas GNSS os mais conhecidos são o *Navigation System Using Time and Ranging Global Positioning System* (NAVSTAR-GPS), de origem americana, o *Global Navigation Satellite System* (GLONASS), de origem russa, e o Galileu, de origem europeia.

O GPS foi desenvolvido na década de 70 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América. Foi arquitetado originalmente para aplicações militares, e depois disponibilizado para uso civil. A concepção do sistema GPS permite ao usuário, a qualquer instante, rastrear no mínimo 4 satélites em qualquer parte da superfície terrestre que permite ao usuário uma localização em tempo real. Esta disponibilidade de funcionamento se dá devido a distribuição de 24 satélites na órbita da terra (Figura 3).

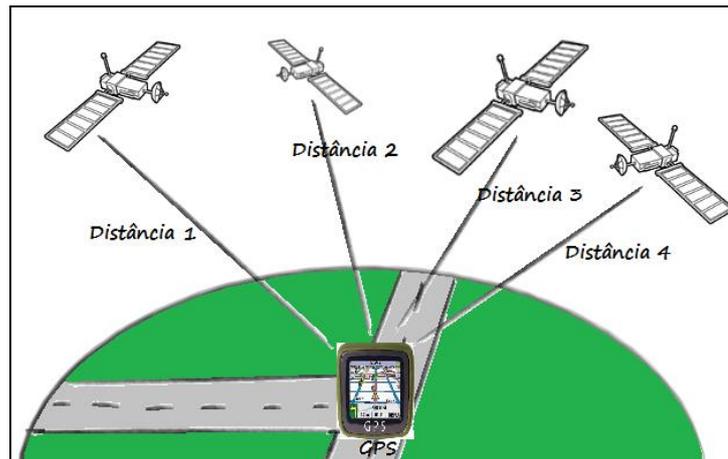
Figura 3 - Distribuição de satélites na órbita terrestre



Fonte: Globo Ciência (2011).

Segundo Marques (2006), o princípio básico para o funcionamento de um sistema GPS se deve a medição da distância entre a antena do receptor e as antenas dos satélites da constelação. A partir da medição dessa distância entre a antena do receptor e de quatro satélites ao mesmo tempo, pode-se determinar a posição geográfica (coordenada) da antena do receptor, a Figura 4 demonstra como funciona este processo.

Figura 4 - Determinação da posição geográfica utilizando GPS



Fonte: Autoria própria.

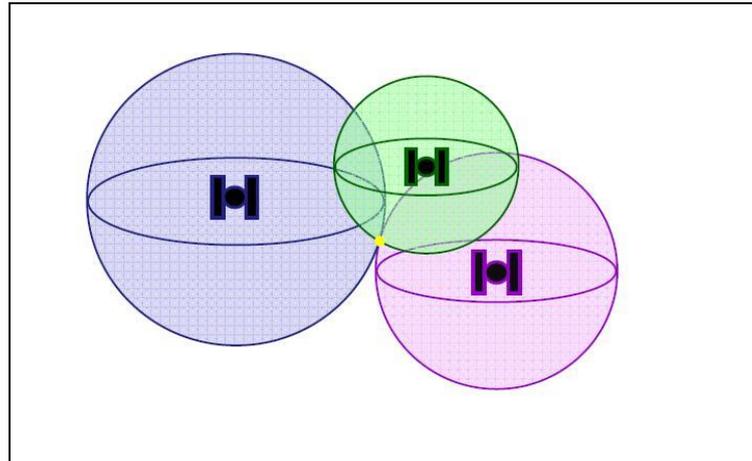
O sistema GPS tem como base de coordenadas o *World Geodetic System 1984* (WGS84), que consistem em três eixos cartesianos associado a um elipsoide, de forma que as coordenadas podem ser apresentadas em termos dos eixos cartesianos X, Y e Z ou de latitude, longitude e altitude a partir do elipsoide (MACHADO, 2007).

A latitude ou eixo X tem como referência de coordenada a linha do Equador, onde acima da linha do Equador significa norte e abaixo significa sul e sua medida é expressa em graus, podendo variar entre 0° e 90° .

A longitude ou eixo Y tem como referência o Meridiano de *Greenwich* e sua medida é expressa em graus e podem variar de 0° até 180° . Cada grau de longitude é subdividido em 60 minutos, e estes em 60 segundos. Uma longitude é especificada em graus, minutos e segundos.

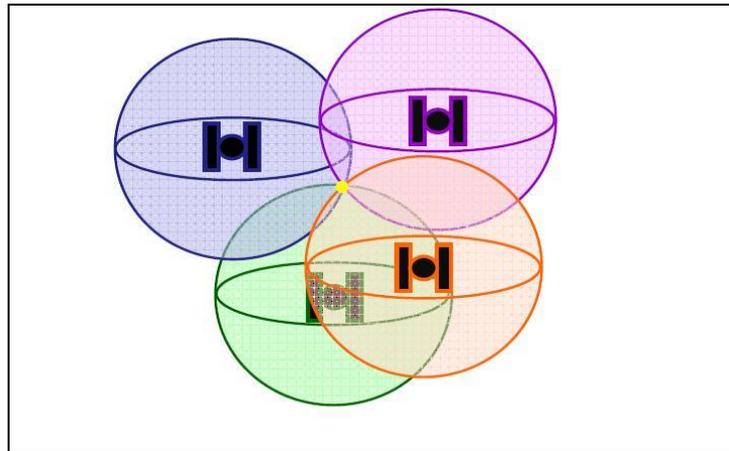
Segundo Machado (2007), o cálculo da posição de um receptor GPS é baseado no tempo. Ele processa as informações de no mínimo três satélites para se obter as coordenadas de latitude e longitude, assim obtendo a posição em duas dimensões (2D). Para se obter a posição em três dimensões (3D) são necessários no mínimo quatro satélites, obtendo assim as coordenadas de latitude, longitude e altitude. A posição em 2D é demonstrada na Figura 5 e a posição em 3D é demonstrada na Figura 6.

Figura 5 – Posição em 2D com três satélites



Fonte: Machado (2007).

Figura 6 – Posição em 3D com quatro satélites



Fonte: Machado (2007).

Existe uma defasagem de tempo entre o relógio atômico do satélite e o relógio interno do receptor. Este erro é resolvido calculando a distância de quatro satélites, onde o satélite envia um sinal chamado pseudodistância e no mesmo instante, o receptor GPS começa a gerar o mesmo código, a diferença entre sinal emitido e recebido é igual ao tempo de trânsito do sinal. Com esta informação o receptor faz o cálculo tomando como base a velocidade da luz e executa a seguinte equação, a distância é igual a velocidade vezes o tempo. Com os dados de 4 satélites a posição é determinada.

Determinar a posição de um objeto utilizando a tecnologia GPS pode estar sujeito a alguns problemas como interferência no sinal e ruídos decorrentes de inúmeros fatores como ambientes com muitos edifícios ou zonas muito arborizadas que atrapalham a visibilidade dos satélites pelo receptor.

2.5 TRANSMISSÃO DE DADOS

Segundo Pirotti e Zuccolotto (2009), o padrão *Global System for Mobile Communication* (GSM), que disponibiliza o serviço GPRS como alternativa para transmissão de dados via celular, é o mais difundido no mundo. Esta tecnologia utiliza as redes de celulares para o envio de dados. Com o constante aumento da área de cobertura das redes de telefonia móvel, este tipo de transmissão tende a ser cada vez mais utilizada.

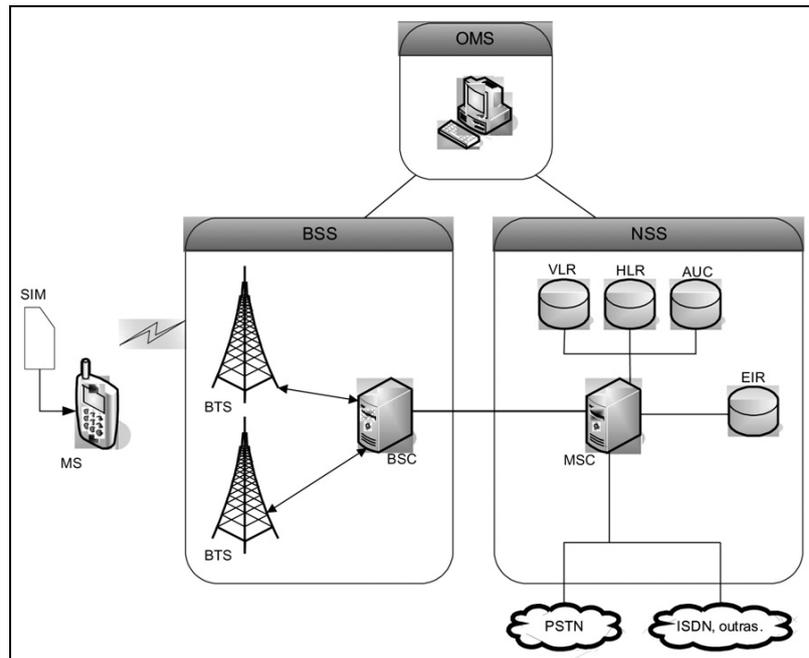
O padrão de telefonia celular GSM era chamado de *Groupe Spéciale Mobile* e teve seu início na Europa, década de 80. O objetivo era ter um novo padrão que substituísse padrões usados na época. Lançado em 1991, seu nome mudou para *Global System for Mobile Communication*. Atualmente se utiliza a nomenclatura de 2.5G, 3G e 4G, que correspondem as recentes implantações do padrão GSM.

A rede de telefonia celular é composta de diversos dispositivos interligados através de canais de comunicação. Cada dispositivo é responsável por determinadas funções como enviar um sinal de Rádio Frequência (RF) até um telefone celular ou buscar em uma base de dados informações sobre um usuário.

A arquitetura da rede GSM se subdivide em três subsistemas: *Base Station Subsystem* (BSS) que é visto como o sistema da estação rádio base; *Network and Switching Subsystem* (NSS), responsável pelo gerenciamento e comutação da rede; *Operations and Maintenance System* (OMS) que é o subsistema de suporte e operação.

A comunicação com a rede GSM é feita através de uma estação móvel ou *Mobile station* (MS), podendo ser atualmente um celular ou equipamento que suporte a utilização da rede. A Figura 7 representa a arquitetura da rede GSM (PIROTTI; ZUCCOLOTTO, 2009).

Figura 7 – Representação de uma rede GSM



Fonte: Pirotti e Zuccolotto (2009, p. 83).

O *Subscriber Identity Module (SIM) Card* é um circuito impresso que contém a identificação do usuário que acessa a rede GSM e que possui um código de identificação único. Fisicamente o *SIM Card* é feito de plástico e no Brasil é obtido através das empresas de telefonia celular. A Figura 8 mostra as características de um *SIM Card*.

Figura 8 – Foto de um *SIM Card*

Fonte: Wikipédia (2006).

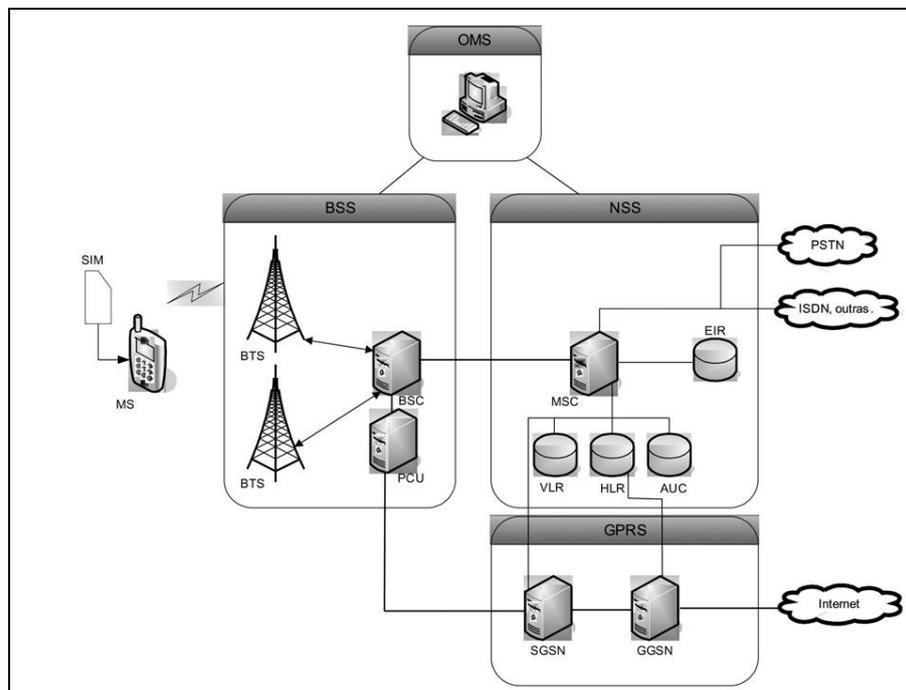
2.5.1 Rede GPRS

Com a popularização da telefonia celular, novas necessidades começaram a surgir como o tráfego de dados através da rede da telefonia celular.

A rede ou serviço GPRS foi implementada para suportar o tráfego de dados utilizando recursos da rede GSM. Com um acréscimo de equipamentos na rede GSM, o GPRS, além de permitir a troca de dados e acesso à internet, permitiu que as operadoras de telefonia móvel utilizassem esta rede para testar e implementar novos serviços, que seriam aproveitados na implementação da rede 3G (SVERZUT, 2005).

As principais modificações acrescentadas na rede GSM foram a unidade de controle de pacote, que provê as interfaces lógica e física para o tráfego de dados na rede GPRS, o servidor do nó de suporte GPRS ou *Serving GPRS Support Node* (SGSN), que prevê o acesso dos terminais GPRS à rede GPRS e o *Gateway GPRS Support Node* (GGSN) que têm como principais funções a manutenção das informações de roteamento, mapeamento de endereços de rede e assinantes e mapeamento de classes de qualidade de serviços. A Figura 9 demonstra a rede GSM acrescida da rede GPRS.

Figura 9 - Rede GSM acrescida da rede GPRS



Fonte: Pirotti e Zuccolotto (2009, p. 84).

Os terminais GPRS são equipamentos capazes de utilizar os serviços da rede GPRS. Eles possuem o *hardware* para a comunicação de rádio frequência, além de suporte à rede GSM.

Uma das características da rede GPRS é que a cobrança deste serviço é feita por pacotes de dados transmitidos e não por tempo de conexão e seu custo varia de acordo com a operadora de telefonia utilizada e o plano escolhido, um exemplo é a empresa TIM celulares que oferece o plano Infinity Web por R\$0,50 pelo dia utilizado, sendo disponibilizado 10 *megabytes* por dia (TIM, 2013).

2.6 TRABALHOS CORRELATOS

Os quatro trabalhos que foram pesquisados apresentam algumas funcionalidades ou características semelhantes ao presente trabalho.

O projeto Geosit foi desenvolvido pela cidade de Uberlândia, MG. Com este projeto é possível saber quase em tempo real a localização do ônibus em seu trajeto. Através de uma página na internet o usuário consegue consultar a localização do ônibus e saber exatamente em qual ponto do seu trajeto ele está. O projeto utiliza um aparelho chamado MTC400 - GSM/GPRS (2.5G) (Figura 10).

Figura 10 – Aparelho MTC400 GSM/GPRS



Fonte: Radar (2013).

O módulo MTC400 - GSM/GPRS possui suporte à tecnologia GPS/GPRS. Ele é instalado em cada ônibus que se quer rastrear, assim obtendo a localização do ônibus através do GPS e o envio dos dados da localização para o software que vai manipular as informações

através da rede GPRS (SECRETARIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E TRANSPORTE, 2013).

O software para a manipulação das informações é o Arena Control Center de autoria da Maxtrack Industrial. Com este software é possível obter a localização do ônibus em seu trajeto (Figura 11).

Figura 11 - Software Arena Control Center realizando uma consulta

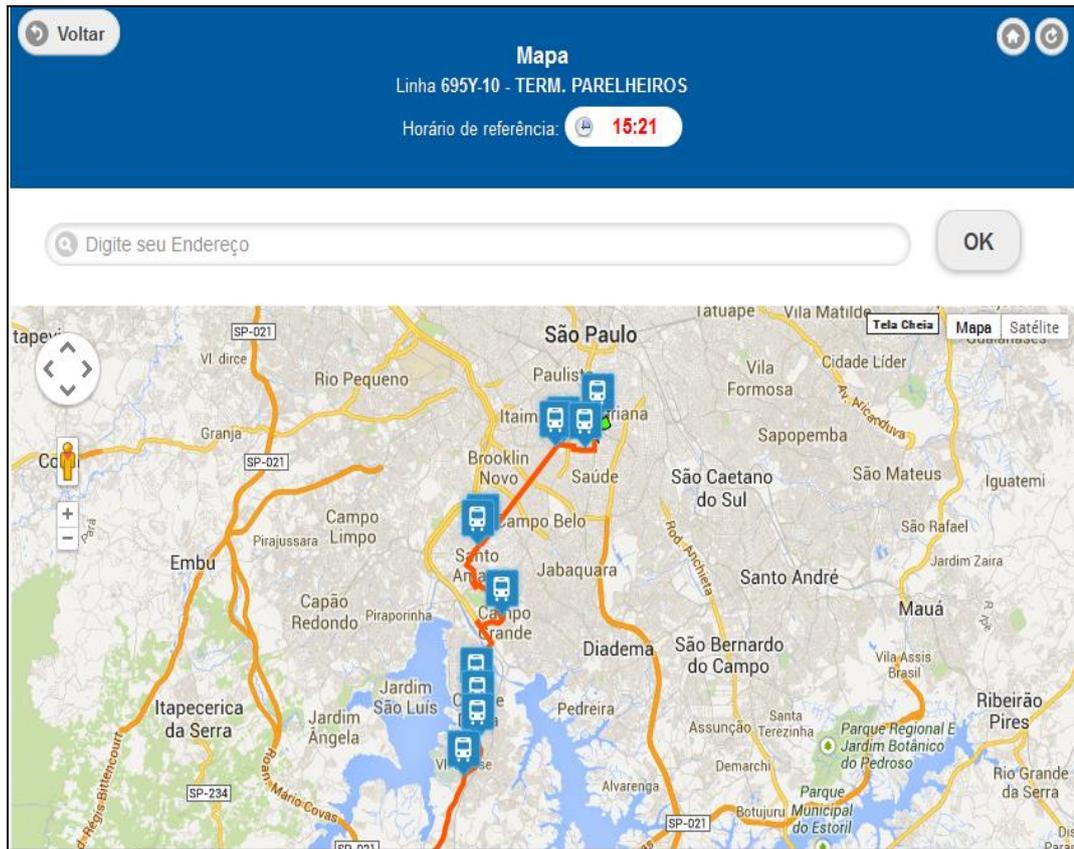


Fonte: Secretaria Municipal de Trânsito e Transporte (2013).

O projeto Olho Vivo da SPTrans é um site que foi lançado recentemente na cidade de São Paulo. No *site* é possível realizar basicamente três serviços: localizar todos os ônibus de uma linha consultada, localizar o ônibus que está se aproximando do seu ponto e visualizar como está o desempenho dos principais corredores viários da cidade.

O projeto utiliza o *Google Maps* para a visualização das opções disponíveis no *site* e possui suporte para *smartphones* com o sistema operacional Android ou IOS instalados. Um exemplo de uma consulta por linha se encontra na Figura 12 (SPTRANS, 2013).

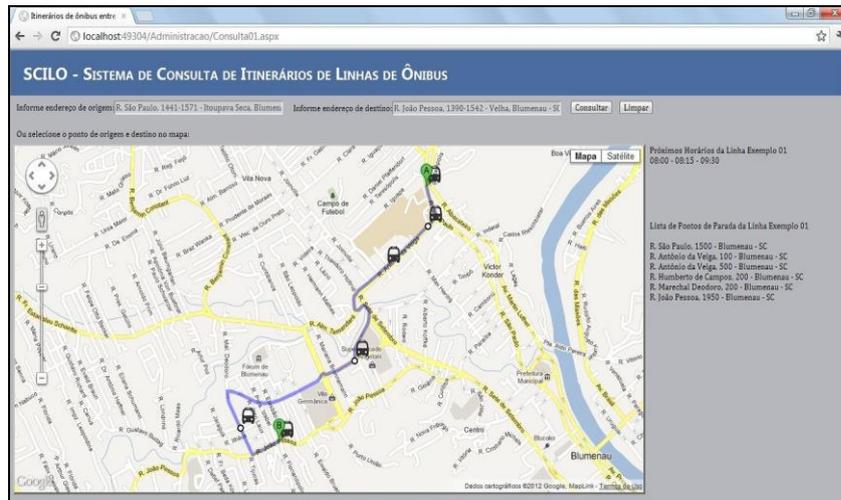
Figura 12 – Consulta por linha projeto Olho Vivo



Fonte: SPTRANS (2013).

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), *Aplicação Web para consulta de Itinerário de Transporte Público com visualização no Google Maps*, que foi desenvolvido na Universidade Regional de Blumenau (FURB), trata de uma aplicação que visa consultar linhas, horários e itinerários de transporte público urbano. Esta aplicação utiliza uma *Application Programming Interface* (API) gratuita do *Google Maps* para visualizar o itinerário das linhas de ônibus consultadas. A Figura 13 apresenta uma demonstração de consulta do itinerário de uma linha juntamente com todos os pontos de ônibus desta linha (BOECK, 2012).

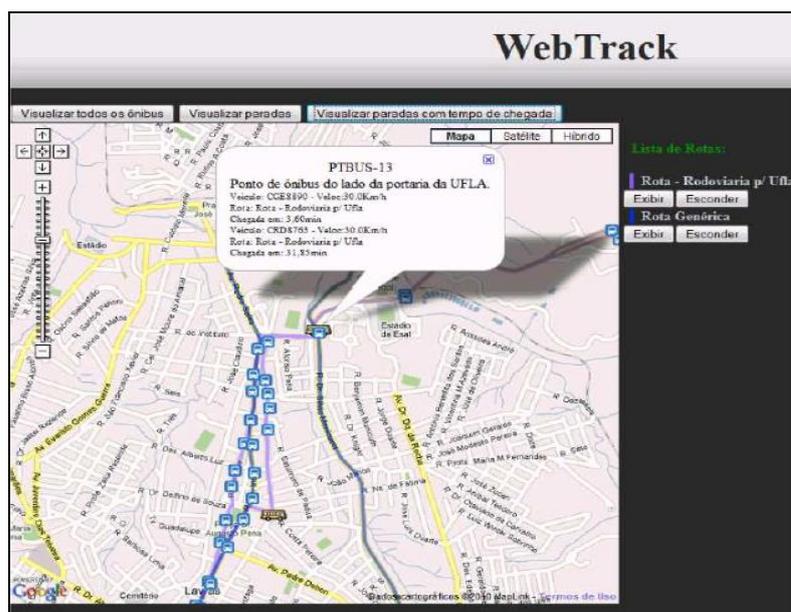
Figura 13 – Aplicação *web* para consulta de itinerário de transporte público realizando uma consulta de itinerário



Fonte: Boeck (2012).

A monografia Estudo e Desenvolvimento de um Sistema de Coleta, Análise e Visualização de Dados Georeferenciais Aplicados ao Setor de Transporte Público: Módulo Gerente e Módulo *web* tem como objetivo planejar um sistema capaz de realizar consultas para localizar veículos do transporte público em tempo real e exibir informações relevantes ao usuário via *web*. O foco do estudo é o planejamento do módulo gerente, onde o gerente pode efetuar cadastros e alterações de dados, e o módulo *web*, onde um usuário comum pode consultar a localização de veículos do transporte público urbano. A Figura 14 apresenta uma demonstração da tela de visualização do módulo *web* (REZENDE, 2010).

Figura 14 - Tela de visualização módulo *web*



Fonte: Rezende (2010).

3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Neste capítulo estão descritas as particularidades técnicas do sistema proposto tais como a descrição do mesmo, a apresentação dos requisitos funcionais e não funcionais, os diagrama de casos de uso e suas descrições, o modelo entidade relacionamento e suas descrições e o diagrama de classes do módulo de recebimento de dados.

3.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES

Este trabalho contempla aspectos que visam melhorar o planejamento e gerenciamento do transporte público através de uma ferramenta de rastreamento e monitoramento de ônibus que utilize as tecnologias GPS e GPRS.

O sistema tem funcionalidades de efetuar a localização de ônibus durante seu trajeto, além de permitir consultas de linhas e itinerários. Ele utiliza a tecnologia GPS para localização de cada veículo e a tecnologia GPRS para o envio de dados. O GPS é instalado no veículo através de um aparelho que suporta as tecnologias GPS, GPRS e *Short Message Service* (SMS). O aparelho GPS/SMS/GPRS Tracker permite o envio da localização do veículo, dando como resposta a sua latitude e longitude. O sistema de envio é feito através do uso da tecnologia GPRS que utiliza um *SIM Card* para se conectar à internet. Tais funcionalidades se encontram no aparelho. Conforme cada aparelho ligado ao ônibus envia a sua localização ao servidor, o sistema recebe esses dados e calcula a localização de cada um dos veículos e respectivamente atualiza o banco de dados com a nova localização. Ao efetuar uma busca pela localização de ônibus de uma determinada linha o sistema montará um mapa indicando a localização de cada veículo em seu trajeto, mostrando em qual ponto ou terminal os ônibus da linha consultada se encontram. Também é possível ao administrador do sistema consultar relatórios sobre o cadastro de ônibus, linhas, itinerários e paradas de ônibus.

Com este sistema se espera uma melhora no planejamento e conforto do usuário e um aumento na utilização do transporte público.

3.2 ESPECIFICAÇÃO

A seguir são apresentados os Requisitos Funcionais (RF), os Requisitos Não Funcionais (RNF), o diagrama de casos de uso, fluxo de atividades, Modelo de Entidade Relacionamento (MER) e o diagrama de classes do módulo de recebimento de dados.

3.2.1 Requisitos Funcionais

O Quadro 1 apresenta os requisitos funcionais principais previstos para o sistema e sua rastreabilidade, ou seja, vinculação com o(s) caso(s) de uso associado(s).

Quadro 1: Requisitos funcionais principais

Requisitos Funcionais Principais	Caso de Uso
RF01: O sistema permite ao administrador manter o cadastro dos ônibus.	UC01
RF02: O sistema permite ao administrador manter o cadastro das linhas de ônibus.	UC02
RF03: O sistema permite ao administrador manter o cadastro dos itinerários das linhas de ônibus.	UC03
RF04: O sistema permite ao administrador manter o cadastro das paradas de ônibus.	UC04
RF05: O sistema permite ao usuário consultar o sistema.	UC05
RF06: O sistema permite ao usuário consultar a localização dos ônibus durante seu trajeto.	UC06
RF07: O sistema permite ao usuário consultar os itinerários das linhas de ônibus.	UC07
RF08: O sistema permite ao usuário consultar as linhas de ônibus.	UC08
RF09: O sistema permite ao administrador efetuar <i>login</i> no sistema.	UC09
RF10: O sistema permite ao administrador emitir relatórios de ônibus, linhas e paradas.	UC10
RF11: O sistema permite atualizar dados da localização dos ônibus.	UC11

RF12: O sistema permite receber a localização de ônibus através de um aparelho GPS, GPRS.	UC12, UC13
---	------------

O Quadro 2 lista os requisitos não funcionais previstos para o sistema.

Quadro 2: Requisitos não funcionais

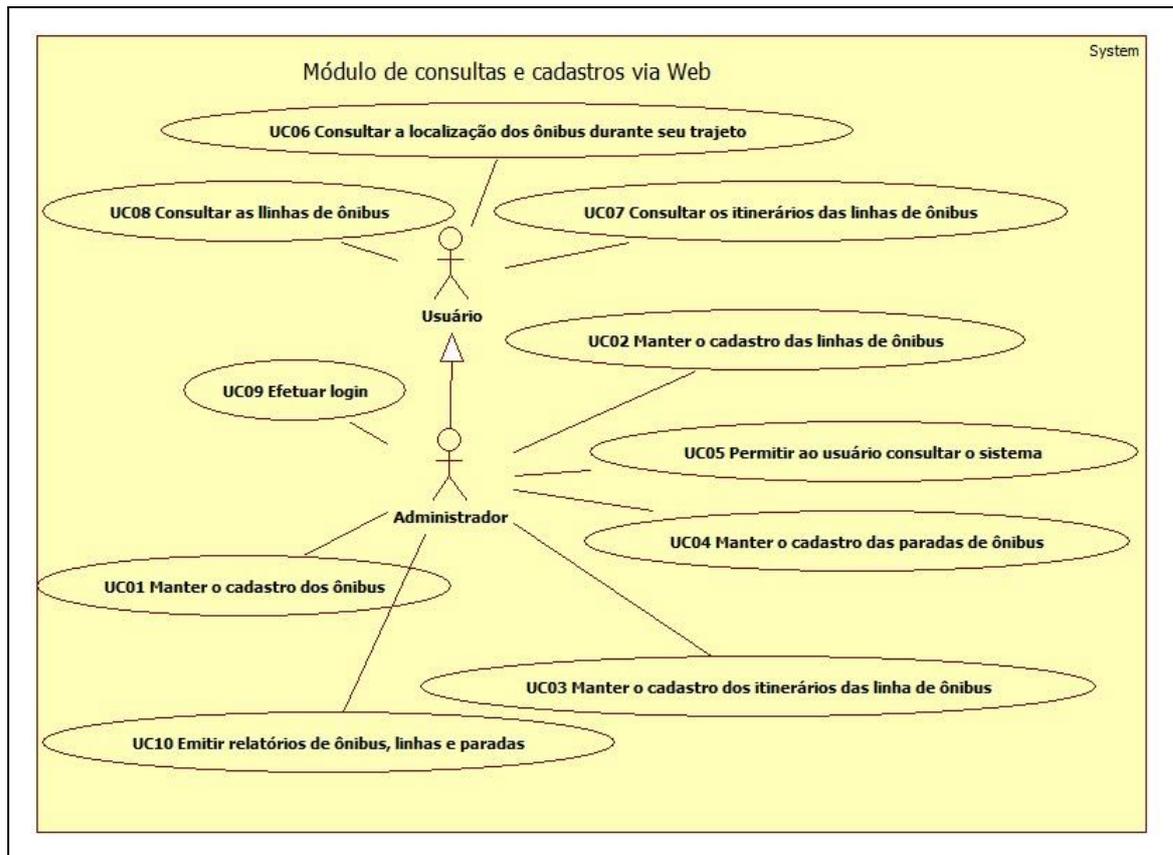
Requisitos Não Funcionais
RNF01: O sistema deve utilizar o banco de dados MySQL.
RNF02: O sistema deve utilizar a tecnologia GPS.
RNF03: O sistema deve utilizar integração de dados com o sistema GPS, GPRS.
RNF04: O sistema deve utilizar a linguagem PHP.
RNF05: O sistema deve utilizar a linguagem Java Script.
RNF06: O sistema deve utilizar as tecnologias GPRS e GSM.
RNF07: O sistema deve ser acessível via qualquer <i>browser</i> .
RNF08: O sistema deve utilizar a linguagem Java.

3.2.2 Diagrama de casos de uso

Na Figura 15, verifica-se o diagrama de caso de uso de cadastro, consulta e relatórios do sistema, onde o ator administrador é responsável por todos os cadastros e alterações de dados do sistema, podendo também emitir relatórios referentes a ônibus, linhas e paradas. O ator usuário pode buscar linhas, consultar os itinerários das linhas e consultar a localização de ônibus durante seu trajeto. Os diagramas de casos de uso foram produzidos no programa StarUML.

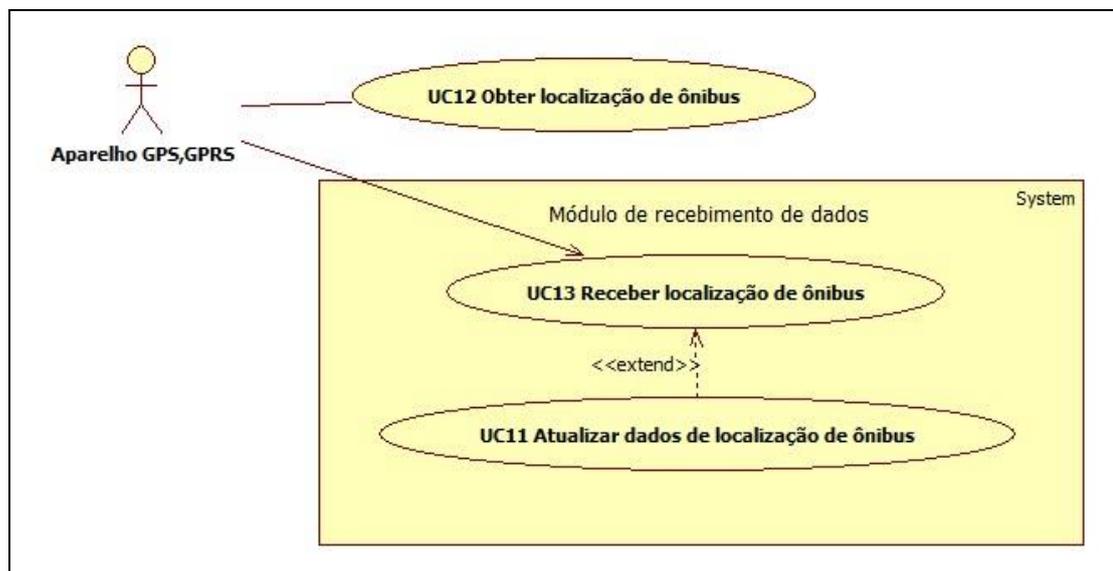
O detalhamento dos casos de uso está descrito no Apêndice A.

Figura 15 - Casos de uso fluxo principal



A Figura 16 mostra o diagrama de caso de uso referente a busca e atualização de dados da localização de ônibus, onde o ator Aparelho GPS, GPRS obtém a localização do ônibus e envia esses dados para o sistema que consegue receber os dados e atualizar a localização atual dos ônibus.

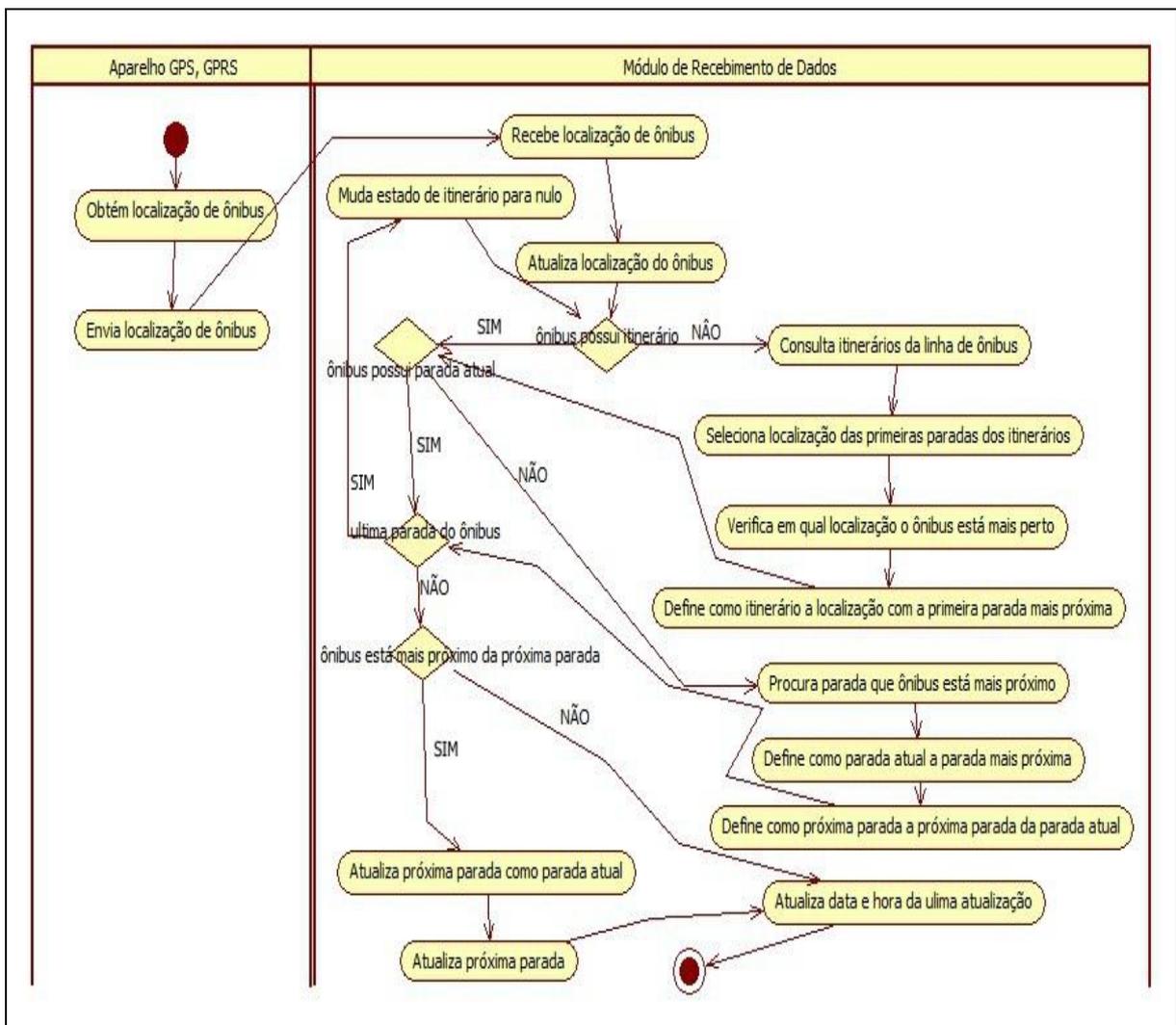
Figura 16 - Casos de uso obter e atualizar localização de ônibus



3.2.3 Diagrama de Atividades

A Figura 17 contém o diagrama de atividades que representa o processo de atualização da localização de ônibus. O processo se inicia através da obtenção e posteriormente o envio da localização do ônibus pelo aparelho GPS, GPRS. Após o sistema receber a localização de um ônibus ele atualiza a localização antiga pela sua localização atual e verifica se o ônibus está mais próximo da parada atual ou da sua próxima parada, assim atualizando sua parada atual. O ônibus também verifica em qual itinerário ele está e se deve mudar de itinerário ou não, que é feito verificando se o ônibus está na sua última parada do seu itinerário atual. Se estiver, o sistema verifica qual parada inicial dos itinerários da linha o ônibus está mais próximo e define como itinerário atual a parada inicial mais próxima.

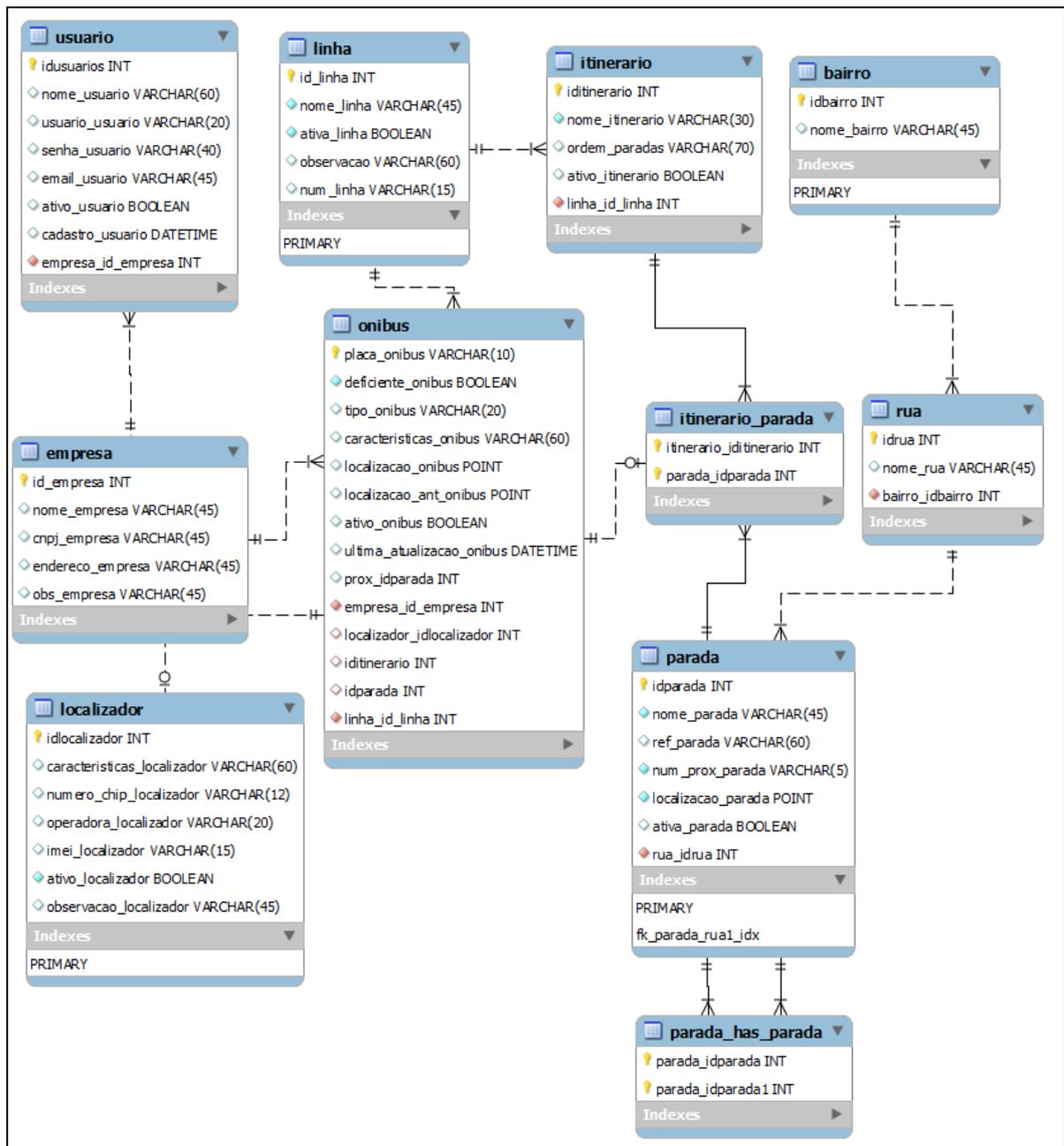
Figura 17 - Diagrama de atividades da atualização da localização de ônibus



3.2.4 Modelo Entidade Relacionamento

A Figura 18 apresenta o modelo entidade-relacionamento no qual estão as tabelas que são persistidas no banco de dados utilizado pela aplicação. O dicionário de dados é apresentado no Apêndice B.

Figura 18 - Modelo de entidade e relacionamento



A seguir é apresentado uma breve descrição das entidades utilizadas para o desenvolvimento do sistema:

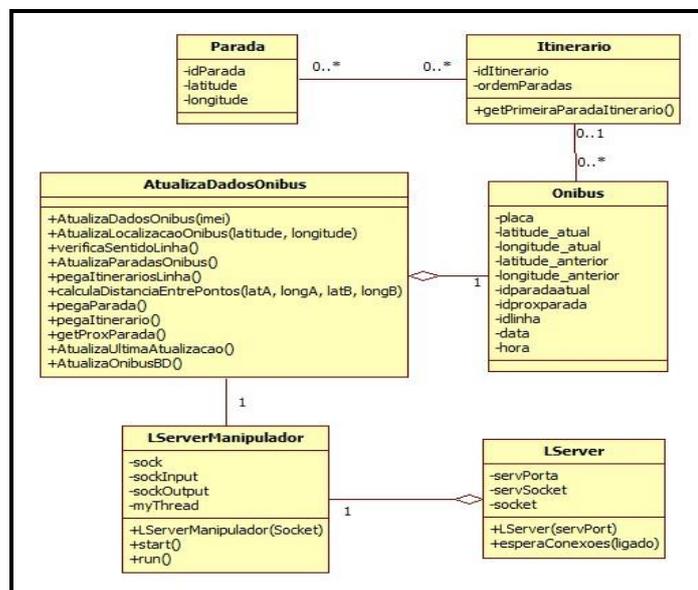
- usuário: entidade responsável por armazenar os usuários que podem ter acesso a área

- restrita do sistema;
- b) empresa: entidade responsável por armazenar os dados de empresas de ônibus;
 - c) localizador: entidade responsável por armazenar dados do aparelho localizador;
 - d) linha: entidade responsável por armazenar dados das linhas de ônibus;
 - e) onibus: entidade responsável por armazenar dados de ônibus, assim como sua localização;
 - f) parada: entidade responsável por armazenar dados de paradas, pontos ou terminais de ônibus;
 - g) parada_has_parada: entidade responsável por armazenar relação entre as paradas, identificando as próximas paradas de uma parada;
 - h) itinerario: entidade responsável por armazenar itinerários das linhas de ônibus;
 - i) itinerario_parada: entidade responsável por armazenar a relação de paradas que contém nos itinerários;
 - j) rua: entidade responsável por armazenar os dados de ruas;
 - k) bairro: entidade responsável por armazenar os dados de bairros.

3.2.5 Diagrama de Classes do módulo de recebimento de dados

A Figura 19 apresenta o diagrama de classes do módulo de recebimento de dados, este módulo é responsável pela comunicação entre o aparelho rastreador e o servidor.

Figura 19 - Diagrama de classes do módulo de recebimento de dados



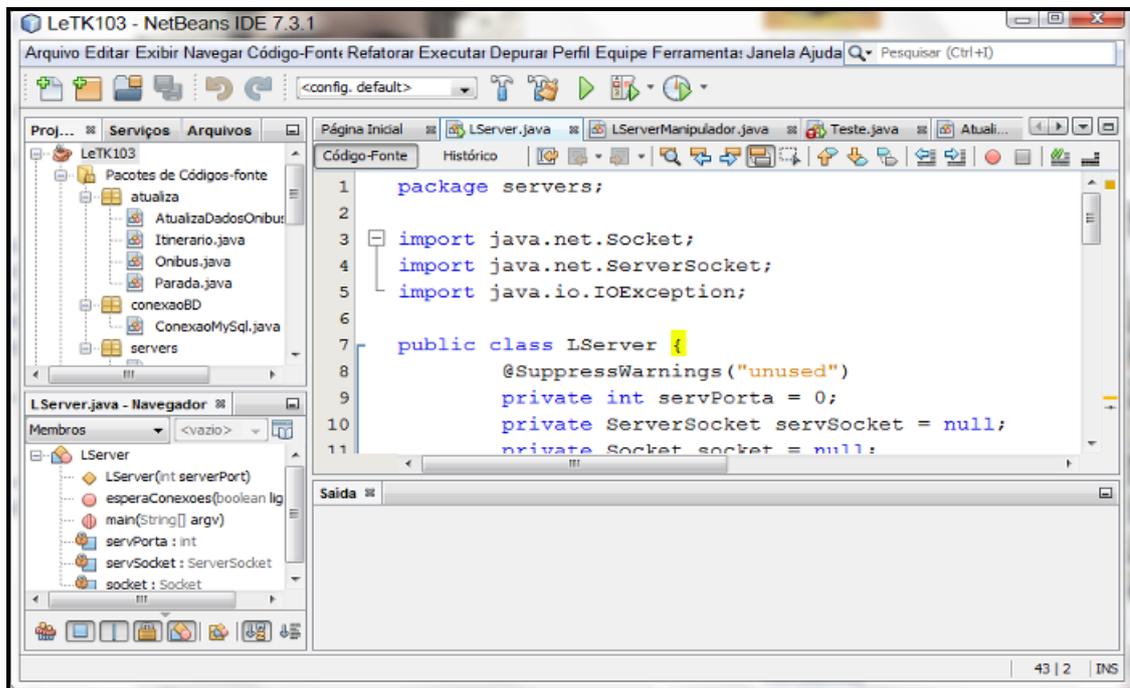
3.3 IMPLEMENTAÇÃO

A seguir são mostradas as técnicas e ferramentas utilizadas e a operacionalidade da implementação.

3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas

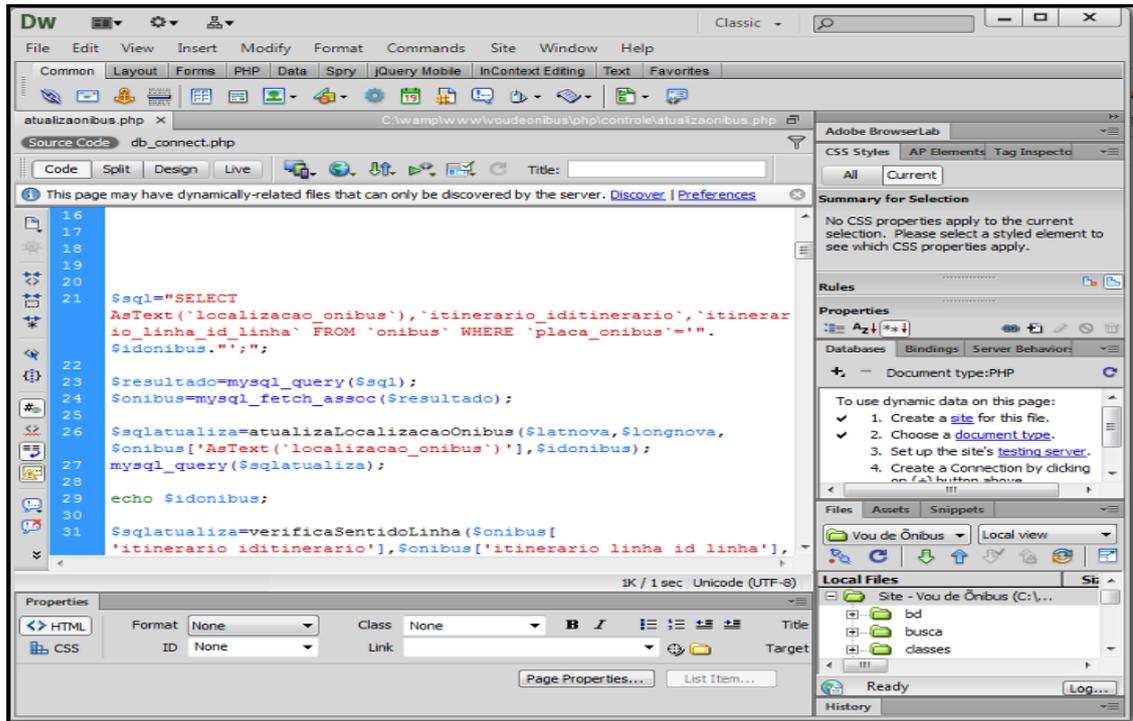
Para o desenvolvimento do sistema foram utilizadas as ferramentas NetBeans IDE 7.3.1 e o Adobe Dreamweaver CS6. O NetBeans possibilitou codificar o módulo de recebimento de dados em Java, dando suporte a erros e sugestões de solução na linguagem de programação. A Figura 20 demonstra a ferramenta.

Figura 20- Tela da ferramenta NetBeans IDE 7.3.1



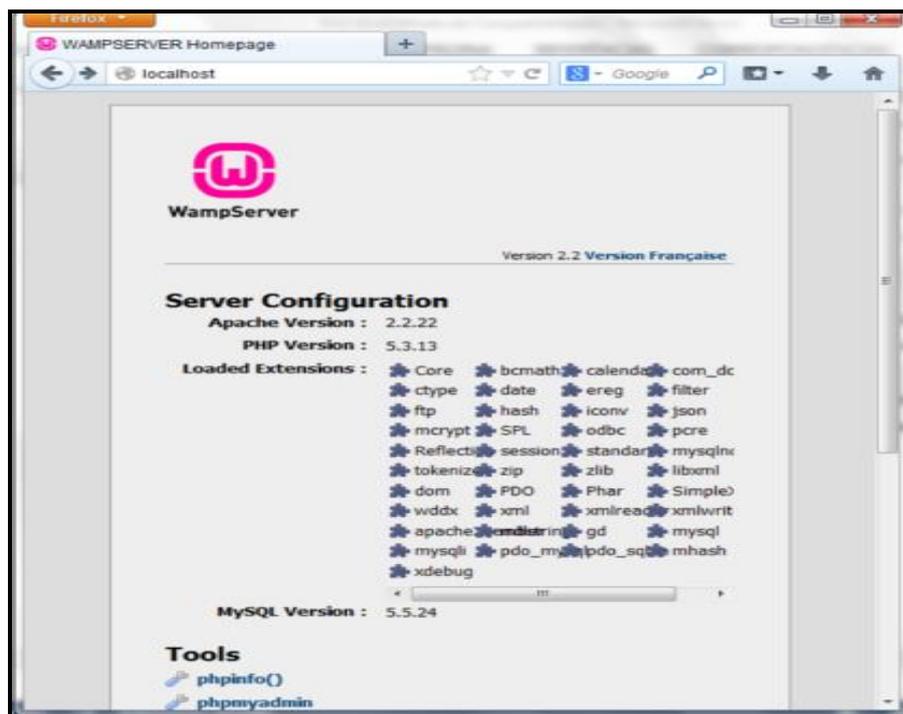
O programa Adobe Dreamweaver CS6 possui suporte a *Hypertext Preprocessor* (PHP), Java Script, *HyperText Markup Language* (HTML) e *Cascading Style Sheets* (CSS). Ele foi utilizado para elaborar a parte visual do programa e sua codificação na linguagem PHP. A Figura 21 demonstra o programa.

Figura 21 – Tela da ferramenta Adobe Dreamweaver CS6



O servidor *web* utilizado foi o WampServer que é um ambiente de desenvolvimento *web* do sistema operacional Windows. Ele permite criar aplicações *web* com Apache2, PHP e um banco de dados MySQL. A Figura 22 mostra como é o ambiente (WAMPSEVER, 2013).

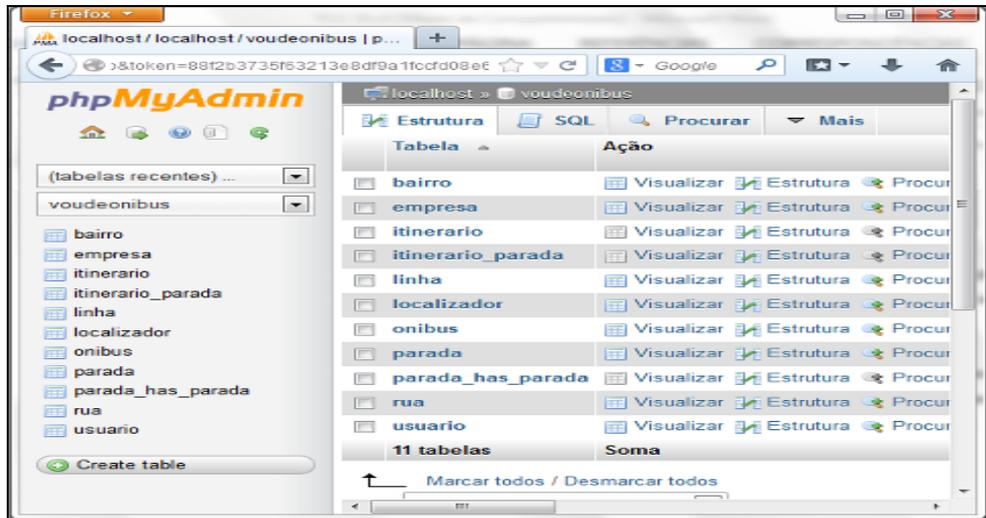
Figura 22 - Ambiente do WampServer



Como gerenciador de banco de dados foi utilizado o PHPMyAdmin, que permite

administrar dados do banco de dados MySQL. A Figura 23 mostra como é o ambiente.

Figura 23 - Ambiente do PHPMyAdmin



A técnica *Asynchronous JavaScript and XML* (AJAX) foi utilizada em algumas partes do sistema. O AJAX basicamente consiste em trocar dados com um servidor e atualizar partes de uma página *web* sem recarregar a página inteira (W3SCHOOLS, 2013). A Figura 24 mostra um trecho do código utilizando AJAX.

Figura 24 -Trecho de código utilizando Ajax

```
function getRuasBairro(){

    var bairro=document.getElementById("bairro").value;
    var url="atualizaRuas-ajax.php?bairro="+escape(bairro);

    request.open("GET",url,true);
    request.onreadystatechange=atualizaDados;
    request.send(null);

}
function atualizaDados(){

    if((request.readyState==4) && (request.status=200)){

        var result=request.responseText;

        document.getElementById("rua").innerHTML=result;

    }

}
```

Para efetuar a comunicação de aparelhos GPS/GPRS com o servidor, foram utilizados *sockets*. Um *socket* consiste em um mecanismo de comunicação entre dois programas diferentes em uma rede. Estes dois programas são definidos como servidor e cliente, onde o servidor espera um cliente fazer um pedido de conexão através de uma determinada porta, e através do *socket* consegue estabelecer uma comunicação com o cliente (ORACLE, 2013).

O aparelho de rastreamento utilizado foi o GPS/SMS/GPRS Tracker modelo 103B, que possui funções como a localização do aparelho através do GPS, e a comunicação através de GPRS e SMS. Sua configuração é feita utilizando a função SMS de qualquer aparelho celular, onde através de mensagens entre o aparelho celular e o aparelho rastreador é possível configurar um *Internet Protocol* (IP) e uma porta para o aparelho enviar os dados. Também é possível configurar o *Access Point Name* (APN) do SIM card instalado no aparelho e o modo de operação, tendo como opção SMS ou GPRS, além de outras funções (ZHYICHINA, 2012). A Figura 25 mostra o aparelho GPS/SMS/GPRS Tracker modelo 103B.

Figura 25 - Aparelho GPS/SMS/GPRS Tracker 103B



Ao efetuar a comunicação com o aparelho GPS, GPRS Tracker são estabelecidos alguns comandos específicos ao solicitar ou receber dados do aparelho. O Quadro 3 ilustra os comandos utilizados no sistema.

Quadro 3 – Comandos para a comunicação com o aparelho GPS, GPRS Tracker utilizando GPRS

GPRS command sent by tracker	Function of gprs command sent by tracker	GPRS command replied by monitor center	Function of GPRS command replied by monitor center
##,imei:359586015829802,A;	Log on request	LOAD	Success log on
359586015829802 (Not fixed IEMI NO. of each tracker)	Heartbeat package (sent every 1 minutes,judge if gprs' status,log on again if offline)	ON	on line
GPRS command replied by tracker	Function of gprs command sent by tracker	GPRS command replied by monitor center	Function of GPRS command replied by monitor center
imei:359586015829802, tracker,000000000, 13554900601,L,;	Single position (NO GPS Signal)	** ,imei: 359586018966098, B	Single position
imei:359587010124900,	Single position (Have	** ,imei:	Single position

tracker,0809231929, 13554900601,F,112909.3 97, A,2234.4669, N,11354.3287,E,0.11,;	GPS Signal)	359586018966098, B	
imei:359587010124900, tracker,0809231929, 13554900601,F, 112909.397,A,2234.4669, N,11354.3287,E,0.11,;	Multiple position (Have GPS Signal) reply every 30 Second	**imei: 359586018966098, C,30s	Mutiple position

Fonte: Gpspassion (2013).

Na Figura 26 é mostrado um trecho do código que solicita ao aparelho GPS/GPRS Tracker a sua localização.

Figura 26 – Trecho do código que solicita a localização do aparelho

```
String IMEI = valores[0];
String ack_pacote = "**," + IMEI + ",B;";

// responde ao aparelho com o ack_pacote
byte[] ack = ack_pacote.getBytes();
sockOutput.write(ack, 0, ack.length);
sockOutput.flush();

// Escreve pacote que enviou
System.out.println("ACK enviado: "
    + new String(ack, 0, ack.length));
ack = null;
ack_pacote = "";
}
```

3.3.2 Operacionalidade da implementação

A tela inicial exibida pelo sistema é a tela de buscas, onde o usuário pode efetuar uma busca por linhas de ônibus cadastradas no sistema. Nesta tela também existe um *link* que leva para a área de *login*, como mostra a Figura 27.

Figura 27 - Tela inicial do sistema

You de Ônibus
Sistema de Monitoramento de Transporte Público

Digita a linha que você está procurando.

Vou de Ônibus - Sistema de Monitoramento de Transporte Público. [Login](#)

Quando o usuário efetua uma busca digitando o número da linha, nome da linha ou alguma referência da linha que ele está procurando, o sistema retorna para ele os resultados encontrados. A Figura 28 mostra os resultados encontrados quando se busca a palavra “fonte”.

Figura 28 – Resultados de busca

You de Ônibus
Sistema de Monitoramento de Transporte Público

Digita a linha que você está procurando.

Resultado encontrados para: fonte

[TRONCAL - Via Escola Agricola Linha nº 12](#)
Terminal Fonte / Terminal Proeb / Terminal Aterro - Via Escola Agricola

[TRONCAL - Via Ponte Tamarindo Linha nº 15](#)
Term. Fonte / Term. Fortaleza via Ponte Tamarindo.

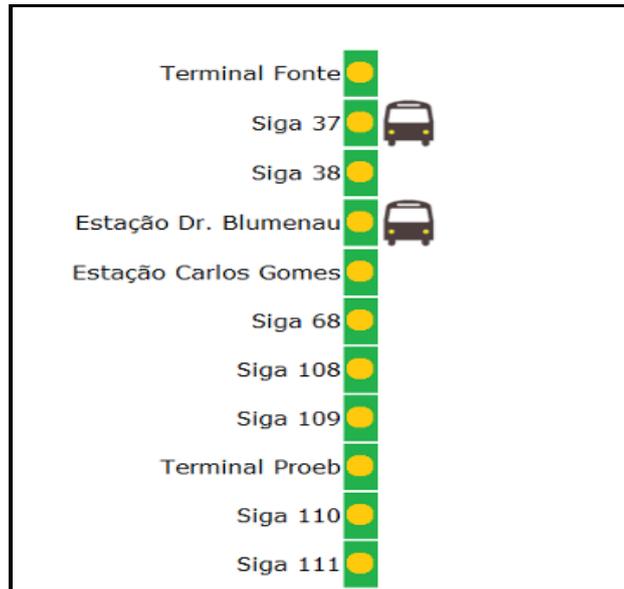
[TRONCAL - Via Rua São Paulo Linha nº 10](#)
Garcia / Fonte / Aterro via Rua São Paulo.

[TRONCAL - Via 2 de Setembro Linha nº 11](#)
Aterro / Fonte via 2 de Setembro.

Foram encontrados 4 resultados.

Ao clicar em algum resultado o usuário poderá escolher algum itinerário cadastrado nesta linha para efetuar a localização dos ônibus. Ao selecionar o itinerário o sistema efetua uma busca pelos ônibus da linha e itinerário e retorna o resultado desenhando um mapa representativo com a localização dos ônibus. A Figura 29 mostra uma busca feita selecionando a linha “TRONCAL – Via Escola Agrícola Linha nº12” e o itinerário “Fonte/Proeb/Aterro”.

Figura 29 - Localização de ônibus



Para o administrador ter acesso à área restrita do sistema ele deve efetuar o *login*, tendo em mãos o seu nome de usuário e senha. O acesso à página de *login* é feito através do *link* contido na tela inicial do sistema. A Figura 30 mostra a página de *login*.

Figura 30 – Página de *login*

Após efetuar o *login* o administrador tem acesso a área restrita do sistema, podendo efetuar cadastros, adicionar novos administradores e emitir relatórios.

Na tela de cadastros é possível efetuar, alterar ou desativar cadastros de ônibus, linhas de ônibus, itinerários de linhas de ônibus, paradas de ônibus, aparelhos localizadores, empresas, ruas e bairros como mostra a Figura 31.

Figura 31 - Tela de cadastros



Ao efetuar um cadastro de parada de ônibus, o administrador deve ter em mãos a latitude e longitude em graus decimais do local, assim como o endereço do local. A Figura 32 mostra o cadastro da parada “Terminal Fonte”.

Figura 32 - Cadastro de parada

Cadastro de Parada/Ponto de Ônibus

Aqui você poderá cadastrar todas as paradas, pontos e terminais de Ônibus.

Nome da parada ou ponto:

Referência:

Bairro:

Rua ou Avenida:

Número aproximado:

Localização
 Insira a Latitude e Longitude da parada em graus decimais ex:
 Latitude: -26.918198850771386
 Longitude: -49.06339568535252.

Latitude:

Longitude:

O cadastro do mapa de paradas é feito através da associação de uma parada com suas próximas paradas, assim podendo indicar quais as próximas paradas de cada parada.

O cadastro de itinerários pode ser feito escolhendo primeiro a linha de ônibus em que se quer cadastrar o itinerário, e adicionando um itinerário. Com o auxílio do mapa de paradas, que indica qual as próximas paradas possíveis da parada selecionada, é possível montar o itinerário mais facilmente. O itinerário é feito adicionando cada parada no itinerário. A Figura 33 apresenta o cadastro do itinerário “Aterro/Proeb/Fonte”.

Figura 33 - Cadastro de itinerário

Adicionar itinerário

Nome Itinerário: Linha:

Paradas:

- Terminal Aterro
- Siga 86
- Siga 87
- Siga 88
- Siga 89
- Siga 90
- Siga 91

O módulo de recebimento de dados, através de uma porta, espera o aparelho GPS GPRS enviar os dados de localização do ônibus em que ele está instalado. Após o servidor receber estes dados o módulo de recebimento separa as informações e atualiza a localização do ônibus no banco de dados. A Figura 34 mostra o módulo de recebimento de dados esperando uma conexão e recebendo um pacote do aparelho GPS/GPRS.

Figura 34 - Módulo de recebimento de dados

```

C:\Users\Bruno\Documents\NetBeansProjects\LeTk103\dist>java -jar LeTk103.jar
Servidor: Aceito novo socket, criando manipulador.
Manipulador: novo manipulador criado.
Servidor: término de socket, esperando nova conexão.
Manipulador: Manipulador run() iniciando.
Pacote Recebido: ##,imei:863070014331838,A;

Recebido solicitação login.
LOGIN correto.

ACK enviado: **,imei:863070014331838,B;
Pacote Recebido: imei:863070014331838,tracker,0000000004,,L,,,1B87,,4F11,,,;

ACK enviado: **,863070014331838;,B;
Pacote Recebido: imei:863070014331838,tracker,1311101120,,F,142038.000,A,2654.34,S,04905.7834,W,0.00,,;

```

Com a localização obtida, o sistema identifica o aparelho através do *International Mobile Equipment Identity* (IMEI) e atualiza os dados do ônibus no banco de dados, informando sua nova localização, nova parada, e se for o caso, um novo itinerário. A Figura 35 mostra um trecho do código do módulo de recebimento de dados.

Figura 35 - Trecho do código do módulo de recebimento de dados

```

public class LServer {
    @SuppressWarnings("unused")
    private int servPorta = 0;
    private ServerSocket servSocket = null;
    private Socket socket = null;

    public LServer(int serverPort) throws IOException {
        this.servPorta = serverPort;
        servSocket = new ServerSocket(serverPort);
    }

    public void esperaConexoes(boolean ligado) {
        while (ligado) {
            try {
                socket = servSocket.accept();
                System.out.println("Servidor: Aceito novo socket, criando manipulador.");
                LServerManipulador manipulador = new LServerManipulador(socket);
                manipulador.start();
                System.out.println("Servidor: término de socket, esperando nova conexão.");
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace(System.err);
            }
        }
    }
}

```

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho foram atingidos pois o sistema contempla todas as metas listadas, como o monitoramento de transporte público utilizando as tecnologias GPS e GPRS, permitindo que usuários consultem a localização de ônibus, bem como o seu trajeto, através da *web*.

O Quadro 4 exibe uma comparação de funcionalidades entre este sistema e os

trabalhos correlatos apresentados, demonstrando suas principais diferenças.

Quadro 4 - Comparação de funcionalidade dos trabalhos correlatos

	Geosit	Olho Vivo	Aplicação Web para consulta de Itinerário de Transporte Público	Sistema de Coleta, Análise e Visualização de Dados Georeferenciais	Vou de ônibus
Localização de ônibus	X	X		X	X
Consulta de itinerários	X	X	X		X
Consulta de linhas		X	X		X
Tecnologia GPS	X			X	X
Tecnologia GPRS	X			X	X

O projeto Geosit desenvolvido pela Secretaria Municipal De Trânsito e Transporte de Uberlândia no estado de Minas Gerais se assemelha muito ao sistema desenvolvido, principalmente em relação ao modo de como se mostra as informações de localização de ônibus e ao tipo de tecnologia utilizada. A sua principal diferença é a forma de pesquisar as linhas de ônibus (SECRETARIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E TRANSPORTE, 2013).

O projeto Olho Vivo desenvolvido pela SPTrans (2013), na cidade de São Paulo, dentre os trabalhos correlatos, é o projeto que traz a solução mais completa em relação a localização de ônibus, onde o usuário pode obter informações de horário e velocidade do ônibus e funcionalidades que o sistema desenvolvido não contempla, além de utilizar o *Google Maps* para mostrar onde os ônibus estão localizados. A tecnologia utilizada para a localização e o envio de informações não estão informadas.

A aplicação *web* para consulta de Itinerário de Transporte Público com visualização no *Google Maps* não visa a localização de ônibus durante seu trajeto, mas sim consultas de horários, linhas e itinerários, a aplicação utiliza uma API do *Google Maps* para realizar as consultas, sendo esta uma diferença com o sistema desenvolvido.

O Sistema de Coleta, Análise e Visualização de Dados Georeferenciais Aplicados ao Setor de Transporte Público também se torna similar ao sistema desenvolvido, utilizando a mesma tecnologia GPS e GPRS, porém seu foco está mais voltado na coleta de informações, não tendo grande preocupação com o usuário final.

4 CONCLUSÕES

A tendência tecnológica no planejamento da mobilidade urbana traz novos horizontes relacionados à inovação e busca de soluções criativas. Um sistema de monitoramento de transporte público não soluciona todos os problemas de mobilidade urbana, porém dá início a um processo de solução que segue uma linha inteligente visando o conforto e a comodidade do usuário do transporte público urbano e incentivando a sua utilização.

Ao atender os objetivos propostos, o sistema de monitoramento de transporte público utilizando as tecnologias GPS/GPRS se torna uma parte das soluções de problemas relacionados à mobilidade urbana. A utilização das tecnologias GPS e GPRS como meio de localização de ônibus e envio de dados se mostrou adequada devido ao baixo custo de sua utilização, podendo não ser só implementada no transporte público urbano, mas também em outros setores. Uma dificuldade relacionada à tecnologia GPRS é a cobertura precária do sinal das empresas de telefonia em algumas regiões do Brasil. A tecnologia GPS tem dificuldades com a presença de ruídos em lugares com muitos prédios ou vegetação, podendo acarretar perda temporária de sinal.

Este trabalho proporcionou um aprendizado em relação a importância da tecnologia nos problemas da mobilidade urbana e estabeleceu desafios e metas que foram sendo cumpridas devido aos conhecimentos adquiridos no decorrer do curso e através de pesquisas. Utilizar o aparelho GPS/GPRS, que até então era um dispositivo desconhecido, se tornou um dos maiores desafios do projeto e motivou as pesquisas e aprendizados das tecnologias utilizadas.

Ao concluir as metas estabelecidas, o sistema de monitoramento de transporte público utilizando as tecnologias GPS/GPRS se torna uma porta de entrada para novas ideias e conseqüentemente maiores benefícios ao transporte público urbano. Suprir o usuário de informações e incentivá-lo a usar o transporte público é essencial para a melhora da mobilidade urbana.

4.1 EXTENSÕES

A união das tecnologias GPS e GPRS possibilita uma variedade de aplicações,

podendo ser utilizado em diferentes setores e até mesmo no rastreamento de objetos, pessoas ou animais.

Para continuar o desenvolvimento deste trabalho, sugere-se a portabilidade do sistema para aparelhos celulares, podendo o usuário de ônibus efetuar consultas enquanto está andando pela rua ou em lugares que não possuam computadores perto e também indicando o horário que o ônibus vai passar em determinado ponto e até informando pontos turísticos da cidade.

Uma outra sugestão seria acrescentar a tecnologia de localização por rádio frequência no projeto, assim obtendo novos meios para realizar a localização dos ônibus.

Com a tendência de sistemas inteligentes também fica a sugestão de um sistema que grave a rotina do usuário, informando-lhe sobre o ônibus que ele sempre pega, e caso perca o ônibus, o sistema lhe dê sugestões sobre algum ônibus mais próximo que passe no seu destino final.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, R. R. **Desenvolvimento de sistema AVL com regras para atualização de posição inteligente que melhora a representação dos trajetos**. Campinas, SP, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

AZAMBUJA, A. M. V. de. **Análise de Eficiência na Gestão do Transporte Urbano por Ônibus em Municípios Brasileiros**. Florianópolis, SC, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC.

BARBOSA, Luciano, A. **Previsão e localização futura de veículo baseado em dados AVL**. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

BOECK, Kelly. C. **Aplicação web para consulta de itinerários de transporte público com visualização no google maps**. 2012. 81 f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 2012. Disponível em: <<http://campeche.inf.furb.br/tccs/2012-I/TCC2012-1-18-VF-KellyCBoeck.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2013.

CUNHA, J. N. **Metodologia de geração dinâmica de padrões de viagens rodoviárias para monitoramentos inteligentes de veículos de carga em sistemas AVL**. São Paulo, SP, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

DARIDO, G.B.; PENA, I. G. B. Sistemas Inteligentes de Transportes. **Série Cadernos Técnicos, São Paulo**, v. 8, mai. 2012. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/03/18/9AB9A3EB-97DC-4711-9751-162AD361D7F0.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2013.

DIYAR. Public Safety AVL Solution. **Diyar United Company**, Kuwait, 2010. Disponível em: <<http://www.diyarme.com/avl.htm>>. Acesso em: 27 ago. 2013.

EZELL, Sthepen. Intelligent Transportation Systems. **The Information Technology & Innovation Foundation**, Washington D.C. jan. 2010. Disponível em: <http://www.itif.org/files/2010-1-27-ITS_Leadership.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2013.

FARIA, A. C.; FERRARO, C. J. R. Economia do transporte público. **Revista dos transportes públicos**, São Paulo, ed. 133. 2013. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/04/10/72BF0A8E-8D46-4857-9522-8DFBB9E96E8D.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2013.

FERRAZ, Antônio C.; TORRES, Isaac G. E. **Transporte público urbano**. ed. 2. São Carlos: Rima: 2004. 405 p.

GIOVANELLI, C. et al. Trânsito: o maior problema de São Paulo. **Veja São Paulo**, São Paulo, abr. 2011. Disponível em: <<http://vejasp.abril.com.br/materia/transito-sao-paulo>>. Acesso em: 23 maio 2013.

GLOBOCIÊNCIA. Da bússola ao GPS, entenda como funciona a navegação na era digital. **Globo Ciência**, Rio de Janeiro, out. 2011. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2011/10/da-bussola-ao-gps-entenda-como-funciona-navegacao-na-era-digital.html>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

GPSPASSION. COBAN Tracker GPRS Protocol format. **Gps Passion**, out. 2010. Disponível em: <<http://www.gpspassion.com/upload2/Coban%20TK102%20GPRS%20data%20protocol.xls>>. Acesso em: 13 nov. 2013.

HANDWERK, B. A. Half of Humanity Will Live in Cities by Year's End. **National Geographic News**, mar. 2008. Disponível em: <<http://news.nationalgeographic.com/news/2008/03/080313-cities.html>>. Acesso em: 29 ago. 2013.

MACHADO, Washington. Introdução ao sistema de posicionamento global GPS. 2007. **Fundação SDTP Serviço de Defesa e Tecnologia de Processos**, Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <<http://www.sntp.org.br/introducaoogps.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

MARQUES, A. P. **Proposta de um Programa de Gestão da Qualidade para uma Empresa Genérica de Posicionamentos com GPS**. São Carlos, SP, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

NÉSPOLI, L.C.M. Sistemas Inteligentes de Transportes. **Série Cadernos Técnicos**, São Paulo, v. 8, mai. 2012. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/03/18/9AB9A3EB-97DC-4711-9751-162AD361D7F0.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2013.

ORACLE. Lesson: All about sockets. **The Java Tutorials**, 15, out. 2013. Disponível em: <<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/networking/sockets/>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

PIROTTI, Rodolfo, P.; ZUCCOLOTTO, Marcos. Transmissão de dados através da telefonia celular: arquitetura das redes GSM e GPRS. **Revista Liberato**. v.10. n.13. p.81-89. Novo Hamburgo. jun. 2009. Disponível em: <<http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0116070910470919.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2013.

RADAR. MaxTrack MTC-400. **Radar Segurança e Monitoramento**, Goiânia, GO, 2013. Disponível em: < <http://www.radarseguranca.com.br/index.asp?c=0028> > Acesso em: 29 ago. 2013.

REZENDE, Henrique. R. **Sistema de coleta, análise e visualização de dados georeferenciais aplicados ao setor de transporte público: módulo gerente e módulo web**. 2010. 86 f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2010.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E TRANSPORTE – **Geosit**. Uberlândia, 2013. Disponível em: < <http://www.geosit.com.br/>>. Acesso em: 17 abr. 2013.

SILVA, C. M. de P. e. **Utilização do Sistema de Posicionamento Global para Monitoramento de Transporte Fretado**. Campinas, SP, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.

SPNOTÍCIAS. Trilhos Modernos. **SP Notícias**. São Paulo, n.3, jul. 2008. Disponível em:<<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/revista.php?id=7>>. Acesso em: 17 abr. 2013.

SPTRANS. Olho vivo: Sistema de monitoramento do transporte. **SP Trans**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://olhovivo.sptrans.com.br/>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

SVERZUT, José Umberto. **Rede GSM, GPRS, EDGE e UMTS**. São Paulo: Editora Afiliada, 2005.

TIM. **TIM você, sem fronteiras**. SC, dez.2013. Disponível em: <<http://www.tim.com.br/sc/para-voce/internet/no-celular/infinity--web>>. Acesso em: 07 dez. 2013.

W3SCHOOLS. AJAX Tutorial. **W3schools.com the world's largest web development site**, nov.2013. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/ajax/>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

WAMPSEVER. WAMPSEVER, Windows web development environment.
WAMPSEVER Apache, PHP, MySQL on Windows, nov.2013. Disponível em:
<<http://www.wampserver.com/en/>>. Acesso em 11 nov. 2013.

WIKIPÉDIA. Mitsubishi G310 Trium GSM SIM card. **Wikipédia: a enciclopédia livre**, out. 2006. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Mitsubishi_G310_Trium_GSM_SIM_card.jpg>.
Acesso em: 27 ago. 2013.

ZHYICHINA. **ZY International Limited**. Hong Kong, jun. 2012. Disponível em:
<<http://www.zhyichina.com/en/GPSTracking/GPS103CarTrackerManual.pdf>> Acesso em:
10 dez. 2013.

APÊNDICE A – Descrição dos Casos de Uso

Este Apêndice apresenta a descrição dos principais casos de uso descritos na seção de especificação deste trabalho. No Quadro 5 tem-se a descrição de todos os casos de uso do sistema.

Quadro 5 – Descrição dos casos de uso

UC01 Manter o cadastro de ônibus

Permite ao administrador do sistema efetuar e manter o cadastro de ônibus no sistema.

Constraints

Ator. Administrador.

Pré-condições. O administrador deve estar logado no sistema.

Pós-condição. Um ônibus foi cadastrado ou editado no sistema.

Cenário Principal:

1. O administrador acessa o *link* “Cadastros” no menu superior.
2. O administrador clica em inserir ou alterar na opção ônibus.

Fluxo Alternativo 1:

1. Sistema mostra mensagem “Erro: campo(s) não estão preenchidos corretamente”.

Cenário – Inserir:

1. O administrador insere os dados solicitados pelo sistema.
2. O administrador clica no botão “cadastrar”.
3. Sistema inclui o registro e mostra a mensagem “Ônibus cadastrado com sucesso”.

Cenário – Alterar:

1. O sistema mostra em uma lista os ônibus cadastrados.
2. O administrador seleciona o ônibus que ele deseja alterar os dados
3. O sistema preenche um formulário com os dados do ônibus.
4. O administrador faz as alterações de dados que deseja.
5. O administrador clica no botão “alterar”.
6. O sistema mostra a mensagem “Dados do ônibus alterados com sucesso”.

Cenário – Excluir:

1. O sistema mostra uma lista com os ônibus cadastrados.
2. O administrador seleciona o ônibus que ele deseja excluir.
3. O administrador clica no botão excluir ônibus.
4. O sistema exibe a mensagem “ônibus excluído com sucesso”.

UC02 Manter o cadastro das linhas de ônibus.

Permite ao administrador do sistema efetuar e manter o cadastro de linhas ônibus no sistema.

Constraints

Ator. Administrador.

Pré-condições. O administrador deve estar logado no sistema.

Pós-condição. Uma linha de ônibus foi cadastrada ou editada no sistema

Cenário Principal:

1. O administrador acessa o *link* “Cadastros” no menu superior.
2. O administrador clica em inserir ou alterar na opção linha.

Fluxo Alternativo 1:

1. Sistema mostra mensagem “Erro: campo(s) não estão preenchidos corretamente”.

Cenário – Inserir:

1. O administrador insere os dados solicitados pelo sistema.
2. O administrador clica no botão “cadastrar”.
3. Sistema inclui o registro e mostra a mensagem “Linha cadastrada com sucesso”.

Cenário – Alterar:

1. O sistema mostra em uma lista as linhas cadastradas.
2. O administrador seleciona a linha que ele deseja alterar os dados
3. Sistema preenche um formulário com os dados da linha.
4. O administrador faz as alterações de dados que deseja.
5. O administrador clica no botão “alterar”.
6. O sistema mostra a mensagem “Dados da linha alterados com sucesso”.

Cenário – Excluir:

1. O sistema mostra uma lista com as linhas de ônibus cadastradas.
2. O administrador seleciona a linha de ônibus que ele deseja excluir.
3. O administrador clica no botão excluir linha.
4. O sistema exibe a mensagem “ônibus excluído com sucesso”.

UC03 Manter o cadastro dos itinerários das linhas de ônibus

Permite ao administrador do sistema efetuar e manter o cadastro de itinerários no sistema.

Constraints

Ator. Administrador.

Pré-condições. O administrador deve estar logado no sistema e deve existir pelo menos uma

linha cadastrada no sistema.

Pós-condição. Um itinerário foi cadastrado ou removido do sistema

Cenário Principal:

1. O administrador acessa o *link* “Cadastros” no menu superior.
2. O administrador clica no *link* “itinerário” na opção linha.
3. O sistema mostra uma lista das linhas cadastradas no sistema.
4. O administrador seleciona uma linha da lista
5. O sistema mostra uma lista dos itinerários cadastrados na linha selecionada
6. O administrador tem a opção de escolher o botão “Adicionar Itinerário” ou “excluir itinerário”

Fluxo Alternativo 1

1. Sistema mostra a mensagem “Você precisa selecionar uma linha para adicionar um itinerário”.
2. Sistema mostra a mensagem “Você precisa selecionar um itinerário para remove-lo”.

Cenário – Adicionar Itinerário

1. Sistema mostra uma lista de paradas de ônibus.
2. Administrador preenche o nome do itinerário.
3. Administrador seleciona uma parada de ônibus da lista.
4. Administrador têm a opção de clicar no botão “adicionar parada” “remover parada” e “criar itinerário”.
5. Administrador clica em “adicionar parada”.
6. Parada selecionada é desenhada no formulário.
7. Administrador clica em “remover parada”.
8. Parada é removida de itinerário.
9. Administrador clica em criar itinerário.
10. Sistema grava itinerário e exibe a mensagem “Itinerário criado com sucesso”.

Cenário – Excluir itinerário

1. Sistema mostra a mensagem “Você gostaria de remover o itinerário?”.
2. Administrador clica em sim.
3. Sistema remove itinerário do sistema e exibe a mensagem “Itinerário excluído com sucesso”.

UC04 Manter o cadastro das paradas de ônibus

Permite ao administrador do sistema efetuar e manter o cadastro de paradas de ônibus no sistema.

Constraints

Ator. Administrador.

Pré-condições. O administrador deve estar logado no sistema.

Pós-condição. Uma parada de ônibus foi cadastrado ou editado no sistema.

Cenário Principal:

3. O administrador acessa o *link* “Cadastros” no menu superior.
4. O administrador clica em inserir ou alterar na opção “Parada”.

Fluxo Alternativo 1:

2. Sistema mostra mensagem “Erro: campo(s) não estão preenchidos corretamente”.

Cenário – Inserir:

4. O administrador insere os dados solicitados pelo sistema.
5. O administrador clica no botão “cadastrar”.
6. Sistema inclui o registro e mostra a mensagem “Parada cadastrada com sucesso”.

Cenário – Alterar:

7. O sistema mostra em uma lista as paradas de ônibus cadastradas.
8. O administrador seleciona a parada de ônibus que ele deseja alterar os dados
9. Sistema preenche um formulário com os dados da parada de ônibus.
10. O administrador faz as alterações de dados que deseja.
11. O administrador clica no botão “alterar”.
12. O sistema mostra a mensagem “Dados da parada de ônibus alterados com sucesso”.

Cenário – Excluir:

1. O sistema mostra uma lista com as paradas de ônibus cadastrados.
2. O administrador seleciona a parada de ônibus que ele deseja excluir.
3. O administrador clica no botão excluir.
4. O sistema exibe a mensagem “Parada excluída com sucesso”.

UC05 Permite aos usuários consultar o sistema

Permite que usuários consultem o sistema.

Constraints

Ator. Administrador.

Pré-condição. linhas, ônibus. itinerários e paradas devem estar cadastrados no sistema.

Cenário Principal

1. Sistema permite que usuários consultem o sistema.

UC06 Consultar a localização dos ônibus durante seu trajeto

Permite que usuários consultem a localização dos ônibus durante o seu trajeto.

Constraints

Ator. Usuário.

Pré-condição. Ônibus, linhas, itinerários e paradas devem estar cadastrados no sistema.

Pós-condição. Localização do ônibus informada.

Cenário Principal:

1. Sistema exibe página de buscas.
2. Usuário digita no formulário o número da linha ou alguma referência da linha que ele está procurando
3. Sistema retorna o resultado com as linhas encontradas.
4. Usuários clica na linha que ele deseja.
5. Sistema mostra os sentidos disponíveis da linha.
6. Usuário seleciona um sentido e clica em “Localizar ônibus”.
7. Sistema desenha itinerário da linha com a localização de ônibus nas paradas.

UC07 Consultar os itinerários das linhas de ônibus

Permite que usuários consultem itinerários das linha de ônibus.

Constraints

Ator. Usuário.

Pré-condição. Linhas, itinerários e paradas devem estar cadastrados no sistema.

Pós-condição. Itinerário da linha de ônibus informada.

Cenário Principal:

1. Sistema exibe página de buscas.
2. Usuário digita no formulário o número da linha ou alguma referência da linha que ele está procurando
3. Sistema retorna o resultado com as linhas encontradas.
4. Usuários clica na linha que ele deseja.
5. Sistema mostra os sentidos disponíveis da linha.

6. Usuário seleciona um sentido e clica em “Localizar ônibus”.
7. Sistema desenha itinerário da linha com a localização de ônibus nas paradas.

UC08 Consultar as linhas de ônibus

Permite que usuários consultem as linhas de ônibus.

Constraints

Ator. Usuário.

Pré-condição. Linhas, itinerários e paradas devem estar cadastrados no sistema.

Pós-condição. Itinerário da linha de ônibus informada.

Cenário Principal:

1. Sistema exhibe página de buscas.
2. Usuário digita no formulário o número da linha ou alguma referência da linha que ele está procurando
3. Sistema retorna o resultado com as linhas encontradas.

UC09 Efetuar login

Permite que administradores efetuem *login* no sistema.

Constraints

Ator. Administrador.

Pré-condição. Usuário deve estar cadastrado no sistema.

Pós-condição. *Login* correto.

Cenário Principal:

1. Sistema exhibe página de buscas.
2. Administrador clica no *link* “login”
3. Sistema mostra a opção de usuário e senha.
4. Administrador coloca seu nome de usuário e senha e clica em “entrar”
5. Sistema redireciona Administrador para a sua sessão.

Fluxo Alternativo 1:

1. Sistema exhibe a mensagem “Login e(ou) senha inválido”.

UC10 Emitir relatório de ônibus linhas e paradas

Permite que o administrador emita relatórios de ônibus, linhas e paradas.

Constraints

Ator. Administração

Pré-condição. Administrador deve estar logado no sistema.

Pós-condição. Relatório emitido.

Cenário Principal:

1. Administrador clica no *link* “Relatórios”.
2. Sistema exhibe opções “Total de ônibus cadastrados”, “Ônibus cadastrados na linha”, “Total de linhas cadastradas”, “Itinerários cadastrados na linha”, ”Total de paradas cadastradas”, “Paradas cadastradas no itinerário”, “Total de aparelhos cadastrados”.
3. Administrador escolhe a opção desejada e insere informações necessárias.
4. Administrador clica no botão “gerar relatório” ao lado da opção escolhida.
5. Sistema gera o relatório com as informações solicitadas.

UC11 Atualizar dados de localização de ônibus

Permite que o sistema atualize os dados de localização dos ônibus.

Constraints

Pré-condição. Módulo de recebimento de dados deve estar ativado, informações de localização de ônibus devem ter sido recebidas.

Pós-condição. Localização do ônibus atualizada.

Cenário Principal:

1. Sistema identifica o aparelho que enviou as informações.
2. Sistema identifica o ônibus que está o aparelho.
3. Sistema atualiza os dados de localização do ônibus.

UC12 Obter localização de ônibus

Permite que o aparelho GPS, GPRS obtenha a localização do ônibus.

Constraints

Ator. Aparelho GPS,GPRS.

Pré-condição. Aparelho deve estar instalado no ônibus e funcionando corretamente e módulo de recebimento de dados deve estar ativado.

Pós-condição. Ônibus localizado.

Cenário Principal:

1. Aparelho obtém localização do ônibus através do GPS.
2. Aparelho monta a mensagem para enviar sua localização.

3. Aparelho envia a mensagem com a sua localização.

UC13 Receber localização de ônibus

Permite que o sistema receba dados sobre a localização de ônibus.

Constraints

Ator. Aparelho GPS,GPRS.

Pré-condição. Módulo de recebimento de dados deve estar ativado.

Pós-condição. Informações de localização recebidas.

Cenário Principal:

4. Sistema espera aparelho enviar dados.
5. Aparelho envia solicitação para conexão.
6. Sistema responde solicitação.
7. Aparelho envia os dados de localização.
8. Sistema recebe os dados de localização.
9. Sistema separa e identifica os dados enviados.

APÊNDICE B – Descrição do Dicionário de Dados

Este Apêndice apresenta a descrição das tabelas do banco de dados apresentadas na seção de especificação deste trabalho. Os tipos de dados utilizados nos atributos são:

- a) *integer*: para variáveis numéricas;
- b) *varchar*: para armazenar caracteres alfanuméricos;
- c) *boolean*: para armazenar números definidos 0 ou 1;
- d) *datetyme*: para armazenar data e hora;
- e) *point*: para armazenar coordenadas georeferenciais.

Nos Quadros 6 ao 16 tem-se a descrição das tabelas do banco de dados do sistema.

Quadro 6 - Tabela de usuários

Usuario – Armazena usuários que podem ter acesso a área restrita do sistema.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
id_usuarios	Identificação única do usuário	Int		Sim
nome_usuario	Nome completo do usuário	Varchar	60	Não
usuario_usuario	Nome de usuário	Varchar	20	Não
senha_usuario	Senha do usuário	Varchar	40	Não
email_usuario	<i>E-mail</i> do usuário			
ativo_usuario	Indica se usuário está ativo ou não.	Boolean		Não
cadastro_usuario	Mostra a data e hora que o usuário foi cadastrado	DateTime		Não
empresa_id_empresa	Relação com a empresa em que ele está cadastrado.	Int		Sim

Quadro 7 - Tabela de empresas

Empresa – Armazena dados de empresas de ônibus.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária

id_empresa	Identificação da empresa no sistema.	Int		Sim
nome_empresa	Nome da empresa.	Varchar	45	Não
cnpj_empresa	CNPJ da empresa	Varchar	45	Não
endereco_empresa	Endereço da empresa	Varchar	45	Não
obs_empresa	Observação sobre a empresa	Varchar	45	Não

Quadro 8 – Tabela de aparelhos localizadores

Localizador– Armazena dados do aparelho GPS,GPRS.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
idlocalizador	Identificação do aparelho no sistema	Int		Sim
características_localizador	Características do aparelho.	Varchar	60	Não
numero_chip_localizador	Número do SIM card utilizado no aparelho.	Varchar	12	Não
operadora_localizador	Operadora do SIM card utilizado.	Varchar	20	Não
imei_localizador	Imei do aparelho localizador.	Varchar	15	Não
ativo_localizador	Indica se aparelho está ativo ou não.	Boolean		Não
observacao_localizador	Observações sobre o aparelho.	Varchar	45	Não

Quadro 9 – Tabela de linhas de ônibus

Linha – Armazena linhas de ônibus do sistema.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
id_linha	Identificação da linha.	Int		Sim
nome_linha	Nome da linha.	Varchar	45	Não
ativa_linha	Indica se linha está ativa ou não.	Boolean		Não

observacao	Observação sobre a linha.	Varchar	60	Não
num_linha	Indica o número ou identificação da linha no mundo real.	Varchar	15	Não

Quadro 10 – Tabela de ônibus

Ônibus – Armazena dados de ônibus.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
placa_onibus	Armazena a placa do ônibus e utiliza como identificador único no sistema.	Varchar	10	Sim
deficiente_onibus	Informa se ônibus possui rampa de acesso a deficientes	Boolean		Não
tipo_onibus	Informa o tipo de ônibus cadastrado	Varchar	20	Não
características_onibus	Características do ônibus	Varchar	60	Não
localizacao_onibus	Informa a localização do ônibus.	Point		Não
localizacao_ant_onibus	Informa a localização anterior do ônibus.	Point		Não
ativo_onibus	Indica se ônibus está ativo ou não.	Boolean		Não
ultima_atualizacao_onibus	Informa data e hora da última atualização de dados do ônibus	DateTyme		Não
prox_idparada	Informa a Próxima parada do ônibus	Int		Não
empresa_id_empresa	Relação com a	Int		Sim

	empresa que pertence o ônibus			
localizador_idlocalizador	Relação com o localizador que está no ônibus	Int		Sim
iditinerario	Relação com o itinerário que o ônibus está fazendo.	Int		Sim
idparada	Relação com a parada que o ônibus está.	Int		Sim
linha_id_linha	Relação com a linha de ônibus	Int		Sim

Quadro 11 – Tabela de itinerários

Itinerario – Armazena informações sobre itinerários.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
idItinerario	Identificação do itinerário no sistema.	Int		Sim
nome_itinerario	Nome do Itinerário	Varchar	30	Não
ordem_paradas	Armazena a ordem das paradas no itinerário	Varchar	70	Não
ativo_itinerario	Informa se itinerário está ativo ou não.	Boolean		Não
linha_id_linha	Relação com a linha que o itinerário pertence.	Int		Sim

Quadro 12 – Tabela de paradas de ônibus

Parada – Armazena informações de paradas de ônibus no sistema.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
idparada	Identificação da parada no	Int		Sim

	sistema			
nome_parada	Nome da parada	Varchar	45	Não
ref_parada	Ponto de referência da parada.	Varchar	60	Não
num_prox_parada	Número aproximado da parada	Varchar	5	Não
localizacao_parada	Localização da parada	Point		Não
ativa_parada	Identifica se parada está ativa ou não	Boolean		Não
rua_idrua	Relação com a rua em que está a parada.	Int		Sim

Quadro 13 – Tabela de associação de itinerários com paradas

Itinerario_parada – Associa itinerário a parada.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
itinerário_iditinerario	Identifica o itinerário	Int		Sim
parada_idparada	Identifica a parada	Int		Sim

Quadro 14 – Tabela de associação de paradas com próximas paradas

Parada_has_parada – Associa parada com próximas paradas				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
parada_idparada	Identificação da parada.	Int		Sim
parada_idparada1	Identificação da próxima parada.	Int		Sim

Quadro 15 – Tabela de ruas

Rua – Armazena dados das ruas.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
idrua	Identificação da rua no sistema.	Int		Sim
nome_rua	Nome da rua.	Varchar	45	Não
bairro_idbairro	Relação com o bairro	Int		Sim

Quadro 16 – Tabela de bairros

Bairro – Armazena dados de bairros.				
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho	Chave Primária
idbairro	Identificação do bairro no sistema	Int		Sim
nome_bairro	Nome do bairro	Varchar	45	Não