

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE
MINAS GERAIS – CAMPUS V

BUScar:

Sistema de Informação ao Usuário de Transporte Coletivo

Arthur Nogueira Gonçalves
Daniel Amaro Lopes Duarte
Diogo Antônio Mendes Lemos
Gustavo Felipe Ribeiro Assis
Vinicius Almeida Gonçalves
Vitor Marçal Lima

Divinópolis - MG

2013

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE
MINAS GERAIS – CAMPUS V

BUScar:

Sistema de Informação ao Usuário de Transporte Coletivo

Arthur Nogueira Gonçalves
Daniel Amaro Lopes Duarte
Diogo Antônio Mendes Lemos
Gustavo Felipe Ribeiro Assis
Vinicius Almeida Gonçalves
Vitor Marçal Lima

Orientador: Daniel Moraes dos Reis

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Informática do Centro Federal de
Educação Tecnológica de Minas
Gerais – Campus V como requisito
parcial para a obtenção do título de
Técnico em Informática.

Divinópolis

2013

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE
MINAS GERAIS – CAMPUS V

Trabalho de Conclusão de Curso julgado adequado para obtenção do título de Técnico em Informática e aprovado pela banca composta pelos seguintes professores.

Prof. Daniel Morais dos Reis - CEFET-MG (Orientador)

Prof. Edson Marchetti da Silva - CEFET-MG

Prof. Alberto Pena Lara - CEFET-MG

Prof. Edson Marchetti da Silva
Coordenador do Curso Técnico em Informática

Data de aprovação: Divinópolis, 14 de dezembro de 2013.

RESUMO

BUScar é um sistema de informação ao usuário de transporte coletivo capaz de exibir informações relacionadas às linhas que o integram (itinerário, pontos de parada e a posição atualizada dos veículos). O Sistema compõe-se por três módulos independentes, mais um servidor: módulo Administrador (aplicação *desktop* voltada para manutenção dos registros do banco de dados), módulo Controle Veicular (aplicativo para dispositivo móvel responsável pelas informações de localização dos veículos) e módulo Usuário (aplicação *Web* direcionada ao usuário do sistema de transporte coletivo). O Servidor ocupa-se da realização de operações com o banco de dados, por meio de solicitações acessadas por *Web services*.

Palavras-chaves: Transporte Coletivo; Sistema Avançado de Transporte Público; Sistema de Informação

SUMÁRIO

1. Introdução	7
1.1. Definição da Empresa	8
1.2. Definição do Escopo	8
1.3. Definição das Funcionalidades	9
1.4. Referencial Teórico	10
2. Projeto Conceitual	16
2.1. Diagrama de Contexto UML	16
2.2. Documentação dos Atores	16
2.3. Descrição Detalhada das Funcionalidades	17
2.3.1 Manter Referências Geográficas	17
2.3.2 Manter Linhas	18
2.3.3 Manter Itinerários	20
2.3.4 Manter Veículos	21
2.3.5 Manter Tarifas	21
2.3.6 Gerar Relatórios	22
2.3.7 Configurar o dispositivo	23
2.3.8 Enviar informações ao Servidor	23
2.3.9 Buscar por linha	24
2.3.10 Buscar por ponto de parada	24
3. Projeto Físico	26
3.1. Projeto do Banco de Dados	26
3.2. Diagrama de Classes	27
3.3. Dicionário de Dados	28
4. Resultados	29
5. Considerações Finais	31
6. Cronograma	33
7. Referências	34
8. Anexos	36

8.1.	Diagrama de Caso de Uso Nível 1.....	36
8.2.	Diagrama de Atividades – Módulo Administrador	37
8.3.	Diagrama de Atividades – Módulo Usuário	38
8.4.	Diagrama de Atividades – Módulo Controle Veicular	38
8.5.	Diagrama de Sequência – Manter RefGeo	39
8.6.	Diagrama de Sequência – Manter Tarifa	39
8.7.	Diagrama de Sequência – Manter Linha	40
8.8.	Diagrama de Sequência – Manter Itinerário.....	40
8.9.	Diagrama de Sequência – Manter Veículo	41
8.10.	Diagrama de Comunicação – Manter RefGeo.....	41
8.11.	Diagrama de Comunicação – Manter Tarifa	42
8.12.	Diagrama de Comunicação – Manter Linha.....	42
8.13.	Diagrama de Comunicação – Manter Itinerário	43
8.14.	Diagrama de Comunicação – Manter Veículo	43
8.15.	Diagrama de Transição de Estados – Módulo Administrador.....	44
8.16.	Diagrama de Transição de Estados – Módulo Usuário	44
8.17.	Diagrama de Transição de Estados – Módulo Controle Veicular	45

1. Introdução

Considerado de caráter essencial à população (BRASIL, 1988), o transporte público coletivo é o meio mais utilizado pelos brasileiros para locomoção urbana, presente em mais de 44% dos deslocamentos nesse ambiente. Sua modalidade mais frequente é ônibus municipal, responsável por 20,3% das viagens realizadas (ANTP, 2012).

Graças à evolução constante dos setores de informática e de telecomunicação, tecnologias vêm sendo utilizadas para a melhoria do sistema de transporte. O emprego dessas tecnologias é coordenado por programas mundialmente conhecidos como ITS (Intelligent Transportation Systems, ou, em português, Sistemas de Transporte Inteligente), que podem ser definidos como “programas que envolvem aplicações e interação de um grupo de tecnologias avançadas destinadas a fazer com que os sistemas de transportes operem com maior segurança e eficiência” (PILON, 2009).

Exemplos mais comuns de ITS no transporte coletivo urbano são: rastreamento de veículo por satélite, sistema de bilhetagem inteligente em transporte coletivo e comunicação em tempo real com os usuários utilizando dizeres em painéis digitais (PILON, 2009).

Os sistemas de informação ao usuário de transporte coletivo caracterizam-se como sistemas avançados de transporte público (APTS), uma categoria dos ITS. Os APTS representam o uso de tecnologias avançadas na melhoria de segurança, da eficiência e da efetividade dos sistemas de transporte público. Os benefícios advindos para os usuários incluem a minimização dos tempos de espera, a segurança e a facilidade para o pagamento da tarifa, bem como informações precisas e atualizadas sobre itinerários e horários dos ônibus (PILON, 2009).

Enquanto usuários de sistemas de transporte coletivo, as experiências dos proponentes deste trabalho despertaram-lhes a necessidade e a importância de um sistema de informação ao usuário para a melhoria da eficiência dos serviços de transporte coletivo oferecidos em uma cidade.

A cidade de Divinópolis foi escolhida como referência para os testes, pois é onde os desenvolvedores do sistema residem e melhor conhecem as vias, linhas e o funcionamento do transporte público.

1.1. Definição da Empresa

O sistema BUScar foi desenvolvido para ser mantido por uma empresa prestadora de serviço municipal de transporte coletivo. José Aguilar (2009) apresenta o sistema de transporte coletivo urbano como uma rede composta por linhas de trânsito de veículos distribuídas por vias de locomoção da cidade. O roteiro a ser percorrido pelos veículos de uma linha é denominado itinerário e é composto por vários pontos de parada. O ponto de parada é definido como o local definido na via pública no qual se realiza a parada do veículo de transporte coletivo para o embarque e/ou desembarque de passageiros.

Uma linha é delimitada por dois pontos de parada, sendo estes chamados de ponto de parada inicial ou ponto de parada final, dependendo do sentido em que se percorre a linha. A linha caracteriza-se pelo itinerário utilizado para locomoção entre estes dois pontos, retornando ao ponto de origem. O nome dado ao percurso entre um ponto de parada inicial até um ponto de parada final é meia viagem.

O sistema de transporte operado pela empresa utiliza somente veículos sobre pneus, como ônibus e micro-ônibus. Além disso, os veículos podem diferir em relação a características de acessibilidade, como presença de elevador ou piso baixo.

O usuário do sistema de transporte coletivo aguarda a chegada do veículo desejado nos pontos de parada. No cenário atual de Divinópolis, os usuários não possuem acesso a informações sobre a situação do veículo aguardado em relação a seu itinerário.

Ao embarcar em um veículo, o usuário paga uma tarifa. O preço da tarifa é característico da linha. O quadro de horários de partida dos veículos é também uma característica da linha, sendo definido estrategicamente para atender à demanda dos usuários e também à redução dos custos de prestação do serviço de transporte, uma vez que a captação de recursos da empresa se dá principalmente por meio de tarifação por usuário.

1.2. Definição do Escopo

BUScar é um sistema de informação ao usuário de transporte coletivo capaz de informá-lo sobre as seguintes indicações relativas a uma linha: código, nome e valor e descrição da tarifa. Também é capaz de exibir em mapa integrado ao Google Maps o itinerário, os pontos de parada e a posição atualizada dos veículos que a percorrem. Quanto aos veículos, é possível tomar conhecimento de sua placa, tipo de veículo e, se for o caso,

características de acessibilidade.

O Sistema compõe-se por três módulos independentes, mais um servidor: módulo Administrador (aplicação *desktop* voltada para manutenção dos registros do banco de dados), módulo Controle Veicular (aplicativo para dispositivo móvel responsável pelas informações de localização dos veículos) e módulo Usuário (aplicação *Web* direcionada ao usuário do sistema de transporte coletivo). O Servidor ocupa-se da realização de operações com o banco de dados, por meio de solicitações acessadas por *Web services*.

1.3. Definição das Funcionalidades

O sistema BUScar possuirá as seguintes funcionalidades, de acordo com seus três módulos e Servidor:

No módulo Administrador:

1. Manter Referências Geográficas
2. Manter Linhas
3. Manter Itinerário
4. Manter Veículos
5. Manter Tarifas
6. Gerar Relatórios

No módulo Controle Veicular:

7. Configurar o dispositivo
8. Enviar informações ao Servidor

No módulo Usuário:

9. Buscar por linha
10. Buscar por ponto de parada

No Servidor:

11. Manter *Web services* em funcionamento
12. Processar operações solicitadas pelos módulos do Sistema

1.4. Referencial Teórico

O nome deste sistema de informação ao usuário de transporte coletivo, “BUScar”, refere-se a duas palavras de diferentes idiomas: “*bus*”, do inglês, “ônibus”, justificando a opção por escrever a palavra em caixa alta, para discriminá-la do restante do nome; e “*buscar*”, o verbo em português referente ao esforço para encontrar. Esta última relaciona-se ao fato do usuário do programa utilizá-lo para buscar informações sobre o sistema de transporte coletivo.

Por requisitar diferentes funcionalidades em diferentes ambientes, o sistema BUScar foi dividido em três módulos e um servidor, a fim de melhor organizar sua codificação, funcionamento e utilização. O sistema apresenta três frentes de atividades, envolvendo a empresa prestadora do serviço de transporte coletivo, os veículos operantes do mesmo e o usuário desse sistema de transporte – que também é usuário final deste sistema de informação. Cada uma destas faces origina um módulo, sendo eles Administração, Controle Veicular e Usuário, respectivamente. Todos eles necessitam de conexão à Internet, possibilitando comunicação com um Servidor, único elemento do sistema com acesso ao banco de dados do mesmo. A topografia de BUScar pode ser visualizada na Figura 1.

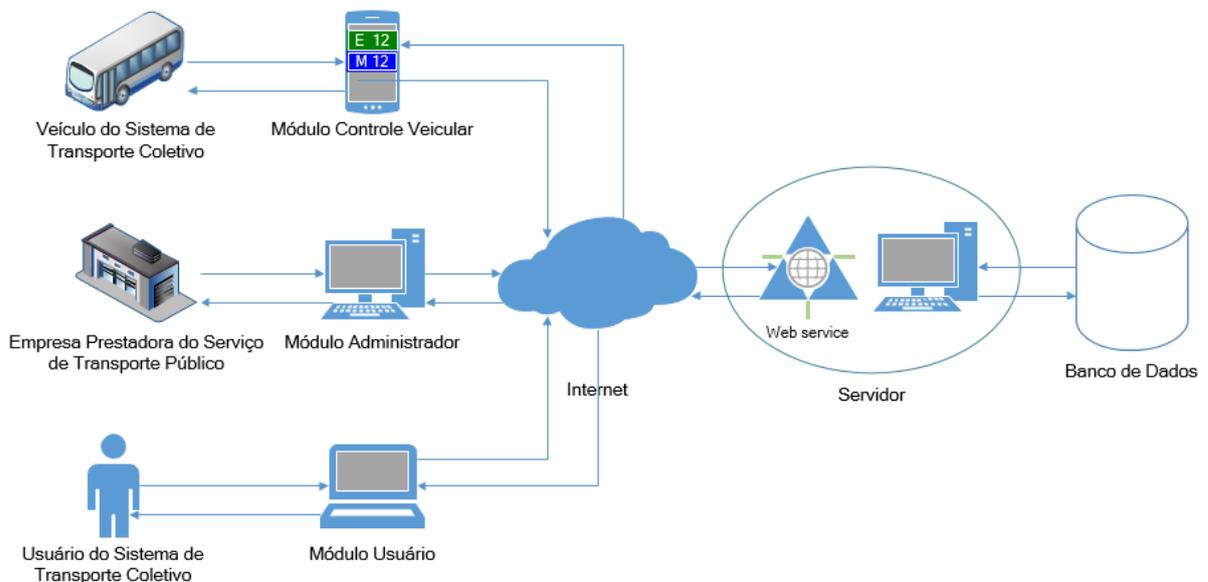


FIGURA 1: TOPOGRAFIA DE BUScar

O módulo Administrador é operado por um funcionário administrativo da empresa prestadora do serviço de transporte coletivo. Suas funcionalidades envolvem a manutenção de registros do banco de dados (tabelas RefGeo, Tarifa, Linha, Itinerário e Veículo) e a geração de relatórios gerais ou específicos em relação a esses registros. Este módulo é executado em um ambiente *desktop*.

O módulo Controle Veicular é executado em um dispositivo móvel localizado no interior de um veículo do sistema de transporte coletivo. Sua responsabilidade envolve identificar e manter atualizada a localização geográfica do veículo, enviando-a ao Servidor sempre que passar por um ponto pré-estabelecido pelo itinerário da linha em operação ou em um tempo máximo de 30 (trinta) segundos. Para isso, primeiramente o dispositivo móvel deve atualizar seus dados armazenados a partir dos registros atualizados oriundos do Servidor. Em seguida, é necessário configurá-lo em relação à linha e ao veículo em que ele operará. Esse processo foi pensado para ser executado pelo cobrador ou motorista do veículo do sistema de transporte coletivo. Somente depois é que o dispositivo inicia a atividade de envio dos dados de localização geográfica ao Servidor do sistema, por meio de conexão à Internet.

O módulo Usuário é um ambiente *Web* no qual o usuário do sistema de transporte coletivo faz uso do sistema BUScar. Nele, o utilizador encontra as possibilidades de realizar uma busca de informações sobre as linhas do sistema de transporte coletivo a partir de uma linha ou a partir de um ponto de parada. Em ambos os casos, o usuário é amparado por mapas, que o auxiliam na compreensão das informações buscadas.

O Servidor é acessado por meio da rede Internet. Ele é o único elemento do sistema que se conecta ao banco de dados. Por isso, todos os módulos são dependentes de seu funcionamento e processamento de requisições.

Para lidar com esses diferentes ambientes de execução de BUScar, optou-se por desenvolvê-lo por meio da linguagem de programação orientada a objetos Java. A linguagem é dividida em 3 (três) edições. São utilizadas as edições Java Platform, Enterprise Edition (Java EE) e Java Platform, Micro Edition (Java ME). A primeira é o padrão da indústria para a construção de aplicações *Web* e corporativas e é utilizada nos módulos Administrador e Usuário, além do Servidor. A segunda é a edição da linguagem Java para desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis ou embarcados é empregada no módulo Controle Veicular.

O ambiente integrado de desenvolvimento (IDE) utilizado foi o NetBeans, versão 7.4. Esse IDE apresenta uma série de soluções de codificação que minimizam o esforço do programador e agilizam o desenvolvimento do código. Além disso, NetBeans suporta as

edições Java necessárias ao funcionamento do sistema. O IDE utiliza GlassFish como servidor de aplicação.

Para a gerência do banco de dados, foi utilizado o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) MySQL, que utiliza a linguagem de consulta estruturada SQL para operações em um banco de dados relacional. A ferramenta gráfica MySQL Workbench foi utilizada para trabalhar com MySQL e para a modelagem do banco de dados.

Além de Java EE, o módulo Usuário foi codificado utilizando a linguagem de marcação HTML5, a linguagem de estilo CSS3 e a linguagem de scripts JavaScript. Esta última, apesar do nome, não compõe a plataforma Java. JavaScript, em sua forma mais comum, reside dentro de documentos HTML e possibilita maior interatividade com a página *Web*, se comparado ao HTML simples. Ela é interpretada em tempo de execução no navegador *Web* do cliente e pode ser orientada a objetos.

O módulo Usuário também utiliza de JavaServer Pages (JSP), uma tecnologia para a criação de conteúdos *Web* de maneira dinâmica, executada no servidor de aplicação e retornada ao computador do cliente para sua interpretação. JSP é programada por meio da linguagem Java EE.

Durante a engenharia do sistema BUScar, foi criado o conceito de Referência Geográfica, ou simplesmente RefGeo. Trata-se de uma coordenada geográfica, composta por latitude e longitude, criada pelo administrador do sistema por meio do módulo Administrador. Ela funciona como um ponto geográfico de referência para o sistema, podendo ser de dois tipos: um ponto de controle ou um ponto de parada. A diferença entre eles está em seu papel no sistema de transporte coletivo. O ponto de controle se refere a um ponto geográfico abstrato, não existente no mundo real e sem significado para sistema de transporte coletivo. O ponto de parada trata-se de uma coordenada geográfica para indicação de um ponto de embarque e desembarque de passageiros, existente no mundo real e no sistema de transporte coletivo. Em ambos, as referências geográficas possuem a função de determinar locais de envio dos dados de localização do veículo ao Servidor de BUScar.

A passagem de um veículo do sistema por um RefGeo é detectada em uma área quadrada de raio igual a 100 (cem) metros, centrada em sua coordenada geográfica. Essa área é também referida por RefGeo, sem tornar a definição de uma Referência Geográfica ambígua, uma vez que a coordenada geográfica RefGeo só agrega sentido ao sistema se for tratada como uma área a partir de sua coordenada geográfica. Na Figura 2, é possível visualizar a estrutura que compõe uma Referência Geográfica.



FIGURA 2: ESTRUTURA DE UMA REFERÊNCIA GEOGRÁFICA

Faz parte das funcionalidades do módulo Administrador a manutenção dos registros da tabela RefGeo do banco de dados. A inserção dessas Referências Geográficas pode ser realizada por meio da importação de um arquivo KML. KML é uma linguagem de marcação baseada em XML e usada para armazenar dados geográficos para sua visualização em um navegador da Terra. Além disso, é um padrão internacional mantido pelo Open Geospatial Consortium, Inc (OGC). O XML é uma linguagem de marcação desenvolvida para armazenar e transportar dados de maneira versátil e é uma recomendação do World Wide Consortium (W3C).

A importação das Referências Geográficas para o sistema passa pela leitura do arquivo KML e pela recuperação das coordenadas geográficas nele armazenadas. Esse processo é realizado utilizando a linguagem de expressão XPath 2.0. A linguagem também é uma recomendação do W3C e permite a navegação e recuperação de conteúdo em documentos escritos em XML por meio de expressões de caminhos sobre a estrutura de nós existente no arquivo.

O módulo Administrador é capaz de compreender marcações de coordenadas geográficas em um arquivo KML. A construção desses arquivos independe do sistema BUScar, no entanto, sugere-se a utilização do Google Maps Engine Lite, um serviço gratuito do Google para a criação de mapas personalizados. Ele permite importar dados a partir de planilhas e exportar o mapa produzido em formato KML. Os testes de leitura de arquivos KML executados no módulo Administrador utilizaram arquivos originados desse processo.

Outra funcionalidade do módulo Administrador é a geração de relatórios. Os relatórios podem ser sobre Linhas, Referências Geográficas, Veículos em geral, ou sobre uma Linha ou

Referência Geográfica específica. Para o desenvolvimento desses relatórios, utilizou-se o *software* de código livre iReport Designer, mantido pela empresa JasperSoft. iReport é um construtor de relatórios por meio de interface gráfica do tipo WYSWYG (What You See Is What You Get), ou seja, é capaz de gerar resultados finais visuais idênticos aos exibidos durante a construção do relatório.

Para a determinação das coordenadas geográfica correspondentes à localização do veículo no módulo Controle Veicular, será utilizado o sistema de posicionamento global GPS. Segundo (SPTRANS, 2009), o sistema GPS (Global Positioning System) consiste em uma rede de satélites dispostos em órbitas diversas, de modo que em qualquer ponto do planeta, existam pelo menos três satélites em movimento sobre o céu do usuário. Na outra face do sistema há o receptor dos sinais GPS que o usuário deverá portar. Este receptor recebe o sinal dos satélites visíveis e determina sua posição com base nos parâmetros das órbitas.

No contexto de sistemas de gerência de frotas de veículos, o dispositivo que realiza a atividade de localização geográfica é referido por meio do termo AVL (Automatic Vehicle Location). O AVL é um equipamento eletrônico com função de obter informações do sistema GPS e de sensores, gerenciar o funcionamento de subsistemas e estabelecer uma conexão com a central do sistema (SPTRANS, 2006). Esses aparelhos devem estar posicionados no interior do veículo em operação, de maneira que sejam alimentados por energia elétrica do carregador interno do veículo.

No sistema BUScar, a funcionalidade de um AVL será realizada por meio de um aparelho celular capaz de obter sua localização geográfica em formato de latitude e longitude por meio de GPS e capaz de acessar a Internet para comunicação com o Sistema.

No módulo Usuário, a construção de mapas será realizada por meio do Google Maps. Esse produto do Google é um serviço *Web* de pesquisa e imagens de satélite da Terra que oferece mapas de ruas e planejador de viagens com base em um sistema de informação geográfico (GIS) próprio (Bastos; Antares, 2010).

Através de uma API¹ gratuita criada pelo Google, é possível incorporar o Google Maps em páginas da *Web*. A API JavaScript Google Maps v3 oferece várias funcionalidades para manipulação e adição de conteúdos ao mapa por meio de suas classes orientadas a objeto que podem ser instanciadas, modificadas, habilitadas ou desabilitadas (Bastos; Antares,

¹ Application Programming Interface: Conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um *software* para a utilização de suas funcionalidades por aplicativos alheios aos detalhes de programação.

2010). A versão 3 desta API foi desenvolvida de maneira que permita sua utilização tanto por dispositivos móveis, quanto por navegadores em *desktops*.

Os módulos de BUScar não possuem contato direto ao banco de dados. Para que algum registro armazenado seja recuperado, é preciso que o módulo solicitante acesse um serviço disponibilizado pelo Servidor do sistema, por meio de conexão à *Web*. Esses *Web services* são componentes de aplicações que fornecem um meio padrão de interoperabilidade entre diferentes aplicações de *software*, mesmo que executadas em variadas plataformas. Os *Web services* são caracterizados por sua grande interoperabilidade e extensibilidade, bem como suas descrições processáveis por máquina, graças ao uso de XML. Programas que prestam serviços simples podem interagir uns com os outros, a fim de oferecer serviços de valor agregado sofisticados (LAFON, 2013). O sistema utiliza três *Web services*, sendo um correspondente às operações relacionadas às linhas, tarifas e itinerários; outro correspondente às operações relacionadas aos veículos, tipos de veículos e características de acessibilidade; e um último correspondente às operações relacionadas às referências geográficas. Essas operações permitem a realização de seleções, atualizações ou exclusões no banco de dados, configurando-se como uma camada de abstração sobre ele.

Foram utilizados os padrões de projetos de *software* MVC (Model, View, Controller) e DAO (Data Access Object). No padrão MVC, o *Model* representa o núcleo da aplicação, a camada de negócios (por exemplo, os objetos dos registros do banco de dados); o *View* ocupa-se com a camada de visualização do sistema; e o *Controler* trata das interações com o usuário. A separação MVC ajuda a gerenciar aplicações complexas, porque permite se concentrar em um aspecto cada vez (W3Schools, 2013). Já o padrão DAO caracteriza-se por concentrar, abstrair e encapsular todo o acesso ao banco de dados, além de manter uma conexão com o mesmo para obter e armazenar dados (SUN MICROSYSTEMS, 2002).

2. Projeto Conceitual

Nesta seção serão apresentados o Diagrama de Contexto UML, a documentação dos atores e a descrição detalhada das funcionalidades do sistema.

2.1. Diagrama de Contexto UML

O Diagrama de Contexto UML é um diagrama originário do Diagrama de Fluxo de Dados nível zero, o qual apresenta o sistema como um único processo com todas as entidades externas (pessoas e/ou sistemas) que interagem com o sistema e os seus fluxos de dados. Existe um correspondente para UML onde as entidades externas são trocadas pelos atores, ou seja, é um Diagrama de Caso de Uso nível 0. Esse Diagrama pode ser visualizado na Figura 3, logo abaixo, e o Diagrama de Caso de Uso nível 1, portanto, mais detalhado, encontra-se em anexo.

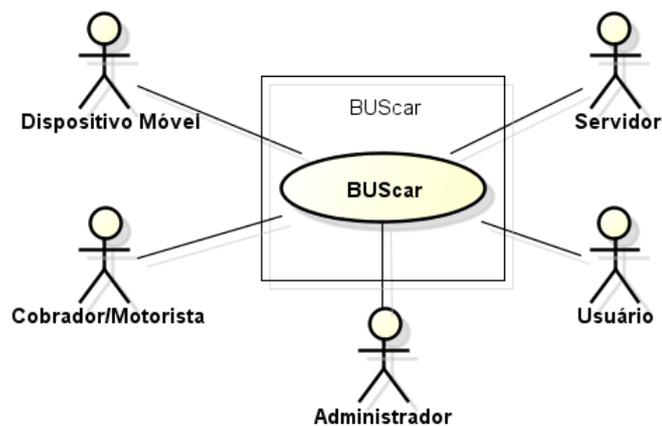


FIGURA 3: DIAGRAMA DE CONTEXTO UML DE BUScar

2.2. Documentação dos Atores

O sistema possui quatro tipos de atores: Administrador, o Cobrador/Motorista do veículo em operação, o dispositivo móvel localizado em um veículo em operação e o Usuário final do sistema de informação, referido somente como Usuário.

O Administrador faz parte do corpo da empresa prestadora do serviço de transporte coletivo e é responsável pela manutenção dos registros do banco de dados. Ele age sobre o

módulo de mesmo nome.

O Cobrador/Motorista pode ser o motorista ou cobrador de um veículo em operação. Ele é responsável pela configuração da linha e veículo do módulo Controle Veicular, antes de ele entrar em funcionamento automático.

O dispositivo móvel é um celular localizado no interior do veículo em operação e aos cuidados do Cobrador ou do Motorista do mesmo. Após ser configurado por um dos dois atores, o dispositivo móvel entra em operação automática, enviando ao Servidor a localização do dispositivo móvel e, conseqüentemente, também do veículo. Para isso, é necessário que o dispositivo seja capaz de conectar-se à Internet. Ele executa o módulo Controle Veicular.

O ator Usuário é o usuário do sistema de transporte coletivo que utiliza o sistema BUScar em busca de informações do sistema de transporte coletivo. Ele acessa o módulo homólogo por meio da Internet.

2.3. Descrição Detalhada das Funcionalidades

As funcionalidades de BUScar podem ser divididas em seus três módulos e um Servidor. O detalhamento das funcionalidades será apresentado a partir dos seus respectivos módulos, sendo eles: I) Módulo Administrador; II) Módulo Controle Veicular; III) Módulo Usuário.

I. Módulo Administrador

O módulo de Administração é executado em um *desktop*, com necessidade de acesso à *Web* e encarrega-se da manutenção dos registros do sistema. Segue abaixo o detalhamento de suas funcionalidades:

2.3.1 *Manter Referências Geográficas*

Nesta funcionalidade, o administrador pode realizar a manutenção das Referências Geográficas do banco de dados. É possível adicionar, atualizar ou excluir tais registros. Para a adição de um RefGeo, pode-se carregá-las a partir de um arquivo em formato KML ou adicioná-los manualmente, inserindo a latitude e longitude da coordenada geográfica e, opcionalmente, sua descrição. Na tabela à esquerda, ao clicar sobre o ícone de um lápis, uma

janela interna é exibida, possibilitando editar os dados do registro selecionado; e ao clicar sobre o ícone de exclusão de um registro, um diálogo de confirmação deste processo é exibido. Na Figura 4, apresenta-se uma captura da tela referente à interface desta funcionalidade.

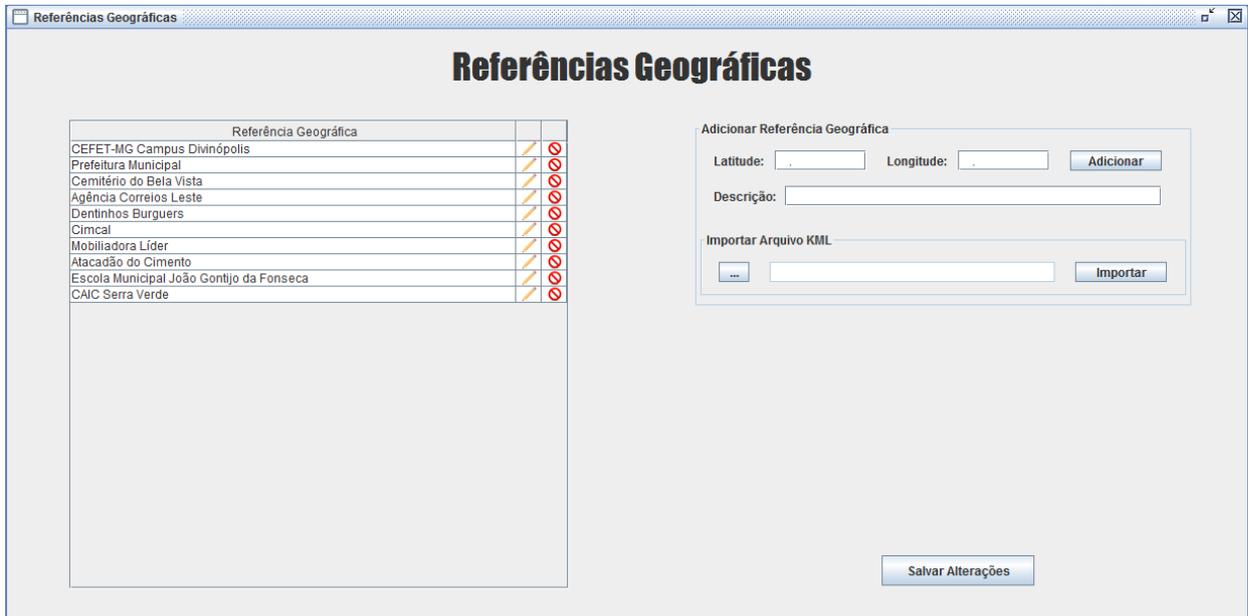


FIGURA 4: CAPTURA DA TELA PARA MANUTENÇÃO DE REFERÊNCIAS GEOGRÁFICAS

2.3.2 Manter Linhas

Nesta funcionalidade, o administrador pode realizar a manutenção das Linhas do banco de dados. É possível adicionar, atualizar ou excluir tais registros, além de ser possível adicionar um Itinerário ao criar uma Linha. Para a adição de uma Linha, insere-se o código e nome da mesma e seleciona-se uma tarifa. Na tabela à esquerda, ao clicar sobre o ícone de um lápis, uma janela interna é exibida, possibilitando editar os dados do registro selecionado; e ao clicar sobre o ícone de exclusão de um registro, um diálogo de confirmação deste processo é exibido. Na Figura 5, apresenta-se uma captura da tela referente à interface desta funcionalidade.

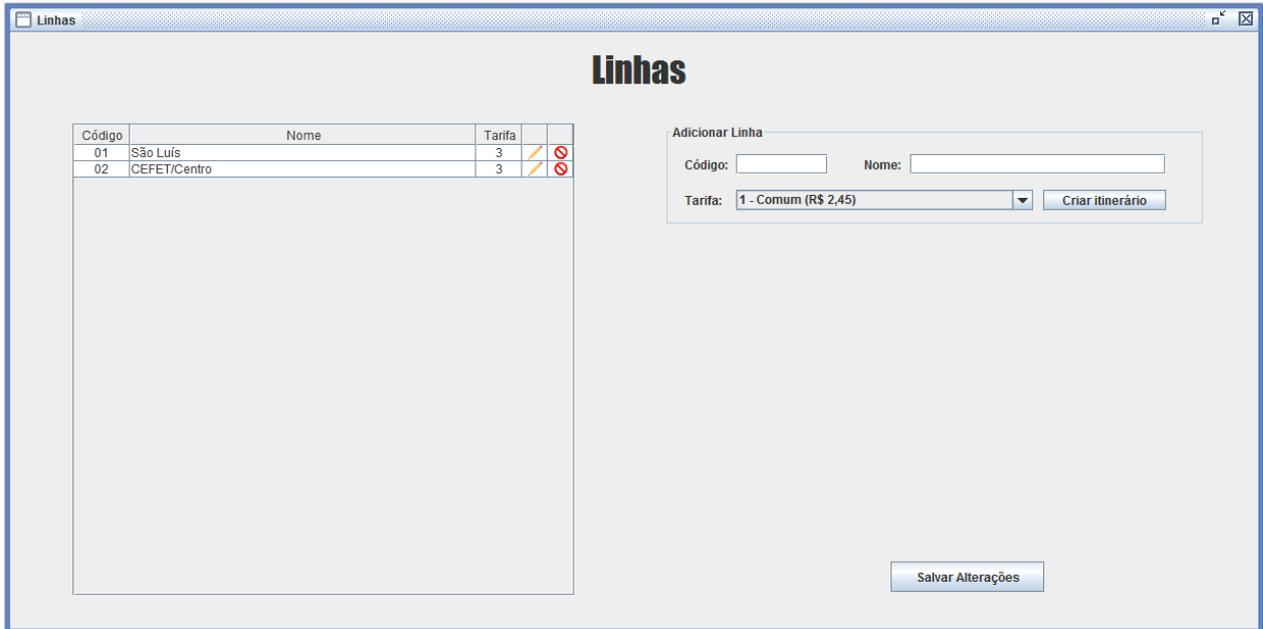


FIGURA 5: CAPTURA DA TELA PARA MANUTENÇÃO DE LINHAS

Ao adicionar uma Linha é necessário criar seu respectivo Itinerário. A tabela à esquerda exibe os RefGeos carregados do banco de dados e a da direita apresenta as Referências Geográficas que foram relacionadas à linha em criação, ou seja, que compõem o itinerário da Linha. A caixa de seleção “PC” (Ponto de Controle) define se a Referência é apenas um ponto de controle de envio de dados de localização, e não um ponto de parada para embarque e desembarque de passageiros. A caixa de seleção “Retorno” define qual meia viagem o referido item do itinerário faz parte. Como os pontos de início e fim de um itinerário são assim chamados em função do sentido da viagem e, portanto, alternam-se, o termo “retorno” somente indica uma alteração no sentido da viagem, e não um efetivo percurso de retorno. Na Figura 6, apresenta-se uma captura da tela referente à interface desta funcionalidade.

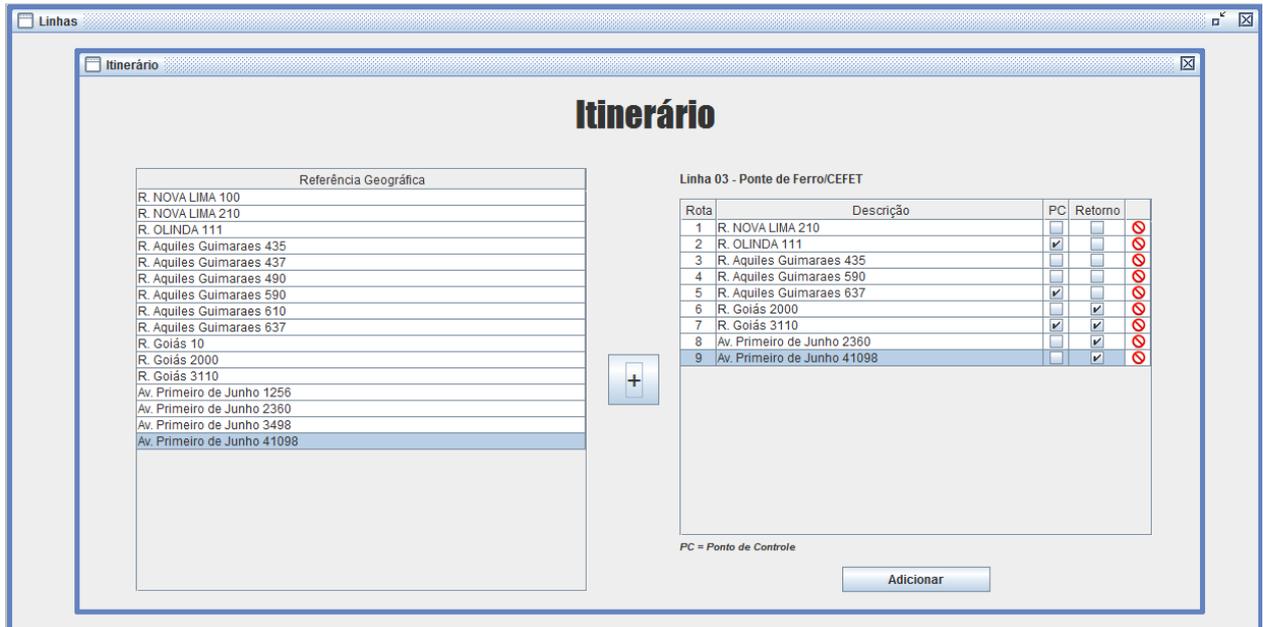


FIGURA 6: CAPTURA DA TELA PARA CRIAÇÃO DE ITINERÁRIOS

2.3.3 Manter Itinerários

Nesta funcionalidade, o administrador pode realizar a manutenção dos registros dos Itinerários. É possível atualizar ou excluir tais registros. Para editar um Itinerário, deve-se selecionar uma linha na lista de linhas disponíveis para que seu itinerário seja carregado e esteja disponível para edição. Na Figura 7, apresenta-se uma captura da tela referente à interface desta funcionalidade.

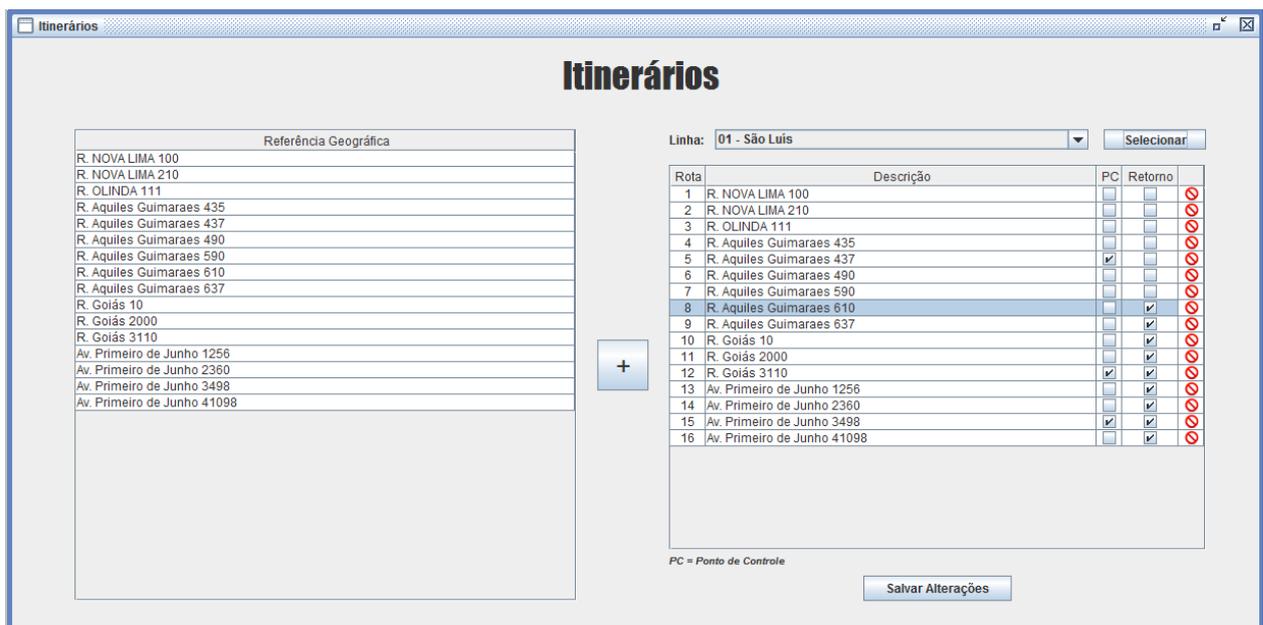


FIGURA 7: CAPTURA DA TELA PARA MANUTENÇÃO DE ITINERÁRIOS

2.3.4 Manter Veículos

Nesta funcionalidade, o administrador pode realizar a manutenção dos registros dos Veículos. É possível adicionar, atualizar ou excluir tais registros. Para a adição de um Veículo, insere-se a placa do mesmo. Além disso, pode-se selecionar o tipo do veículo e sua característica de acessibilidade. Na Figura 8, apresenta-se uma captura da tela referente à interface desta funcionalidade.

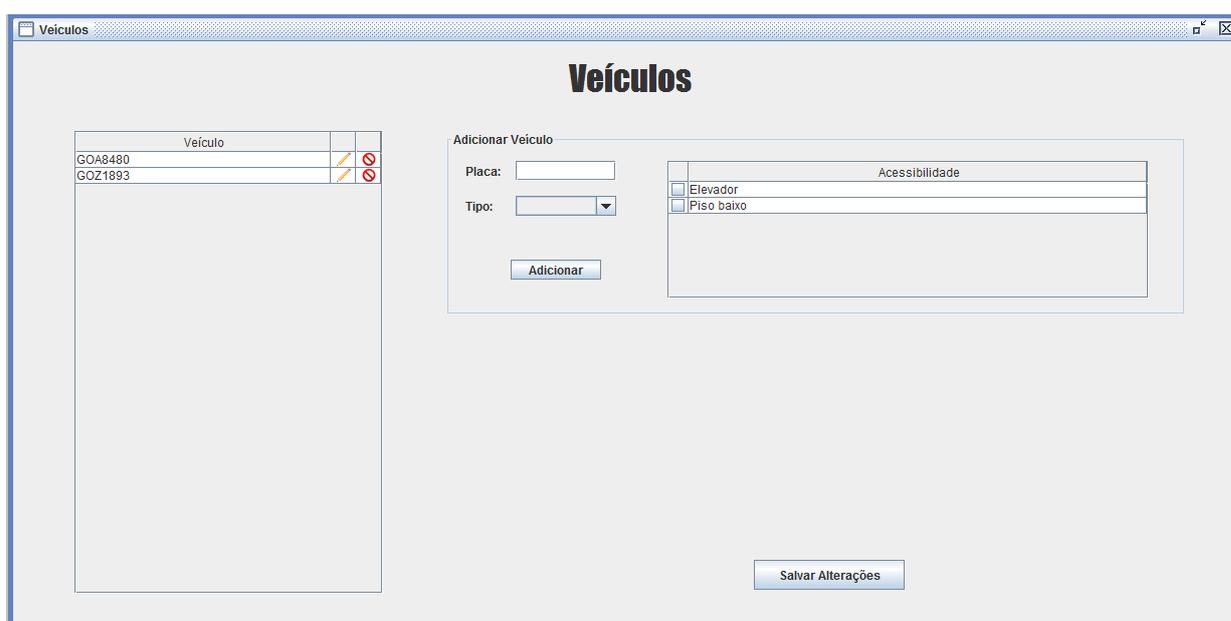


FIGURA 8: CAPTURA DA TELA DE MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS

2.3.5 Manter Tarifas

Nesta funcionalidade, o administrador pode realizar a manutenção dos registros das Tarifas. É possível adicionar, atualizar ou excluir tais registros. Para a adição de uma tarifa, insere-se o valor e, opcionalmente, sua descrição. O código da tarifa é gerado automaticamente pelo banco de dados. Na Figura 9, apresenta-se uma captura da tela referente à interface desta funcionalidade.

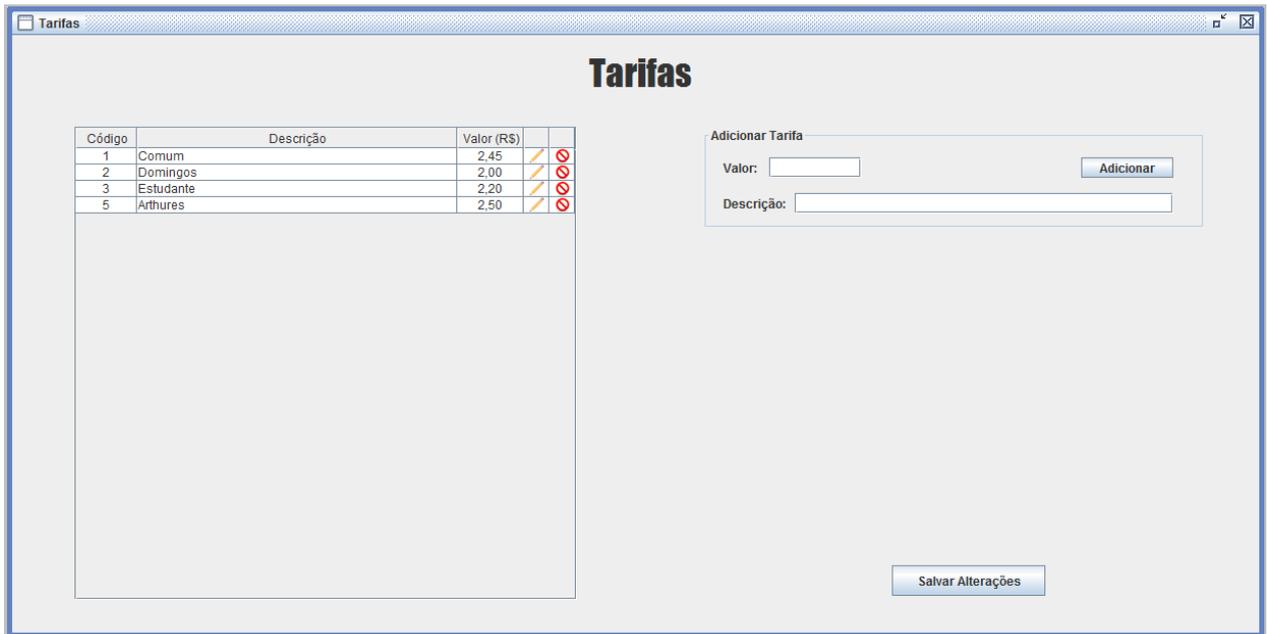


FIGURA 9: CAPTURA DA TELA PARA MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS

2.3.6 Gerar Relatórios

Nesta funcionalidade, o administrador pode gerar relatórios dos registros do sistema. Os relatórios podem ser sobre Linhas, Referências Geográficas, Veículos em geral, ou sobre uma Linha ou Referência Geográfica específica. Neste último caso, é necessário que o ator do sistema escolha o registro para a geração do relatório específico. Na Figura 10, apresenta-se uma captura da tela referente a esta funcionalidade.



FIGURA 10: CAPTURA DA TELA PARA GERAÇÃO DE RELATÓRIOS

II. Módulo Controle Veicular

O módulo Controle Veicular é executado em um dispositivo móvel em que seja capaz de manter conexão com a Internet. O dispositivo situa-se no interior de um veículo do sistema de transporte coletivo e encarrega-se em capturar e enviar a localização geográfica em formato de coordenadas geográficas.

2.3.7 *Configurar o dispositivo*

O dispositivo móvel carrega do Servidor do sistema todas as Linhas e seu respectivo Itinerário, armazenando-os em arquivos em formato XML, em função da Linha. Também carrega as placas dos Veículos registrados.

Após o carregamento, o dispositivo apresenta uma interface gráfica para a seleção da Linha e da placa do Veículo ao qual ele está localizado. O Cobrador ou Motorista do veículo deve configurá-las. A partir daí, o dispositivo móvel carrega em seus arquivos o itinerário da linha selecionada e passa a trabalhar autonomamente em relação a seu ator.

2.3.8 *Enviar informações ao Servidor*

Com os itens do Itinerário de uma Linha em memória, o dispositivo móvel ocupa-se em identificar e manter atualizada a localização geográfica do veículo, enviando-a ao Servidor sempre que passar por um ponto pré-estabelecido pelo itinerário da linha em operação ou em um tempo máximo de 30 (trinta) segundos.

III. Módulo Usuário

O módulo Usuário possibilita ao usuário de BUScar acessar informações relativas ao sistema de transporte coletivo. Este módulo é acessado por meio da Internet e possui duas funcionalidades disponíveis, sendo elas apresentadas a seguir.

2.3.9 *Buscar por linha*

Nesta funcionalidade, ao acessar o site do sistema BUScar, o usuário seleciona uma linha na lista de linhas disponíveis. Em seguida, uma nova página Web é exibida, contendo informações a respeito da linha escolhida e um mapa mostrando o itinerário da mesma e a posição dos respectivos veículos em operação. Na Figura 11, apresenta-se uma captura da tela referente a esta funcionalidade.

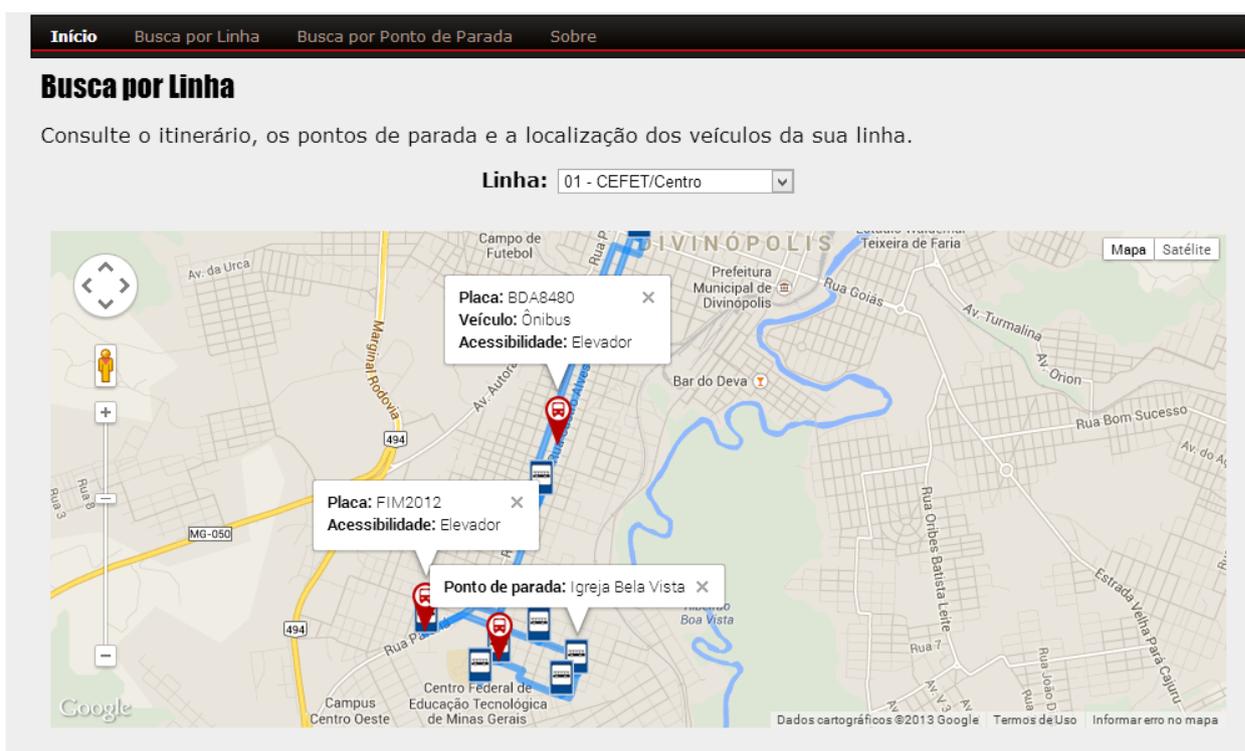


FIGURA 11: CAPTURA DA TELA DO SITE BUScar PARA A FUNCIONALIDADE BUSCAR POR LINHA

2.3.10 *Buscar por ponto de parada*

Nesta funcionalidade, ao acessar o site do sistema BUScar, a página Web captura a localização aproximada do computador do usuário e exibe em um mapa os pontos de parada do sistema de transporte coletivo mais próximos do utilizador. Nesse mapa, o usuário clica sobre um marcador de ponto de parada e, em seguida, uma janela de informação é exibida, contendo informações sobre esta Referência Geográfica. Uma nova página é mostrada, com uma lista de linhas relacionadas ao ponto de parada selecionado. O usuário escolhe uma dessas linhas e uma página sobre a linha selecionada é exibida, concluindo no mesmo

resultado obtido por meio da busca por linha, descrita no tópico 2.3.9. Na Figura 12, apresenta-se uma captura de tela referente a esta funcionalidade.



FIGURA 12: CAPTURA DA TELA DO SITE BUScar PARA A FUNCIONALIDADE BUSCAR POR PONTO DE PARADA

A Figura 13 é uma captura da tela exibida após o usuário clicar sobre a descrição do ponto de parada, exibindo uma lista contendo as linhas que se relacionam a este RefGeo.



FIGURA 13: CAPTURA DA TELA DO SITE BUScar PARA SELEÇÃO DE LINHA PELA FUNCIONALIDADE BUSCAR POR PONTO DE PARADA

3. Projeto Físico

Nesta sessão são apresentados o Projeto do Banco de Dados, o Diagrama de Classes e o Dicionário de Dados referentes ao projeto físico do *software*.

3.1. Projeto do Banco de Dados

A Figura 14 apresenta o Projeto do Banco de Dados de BUScar.

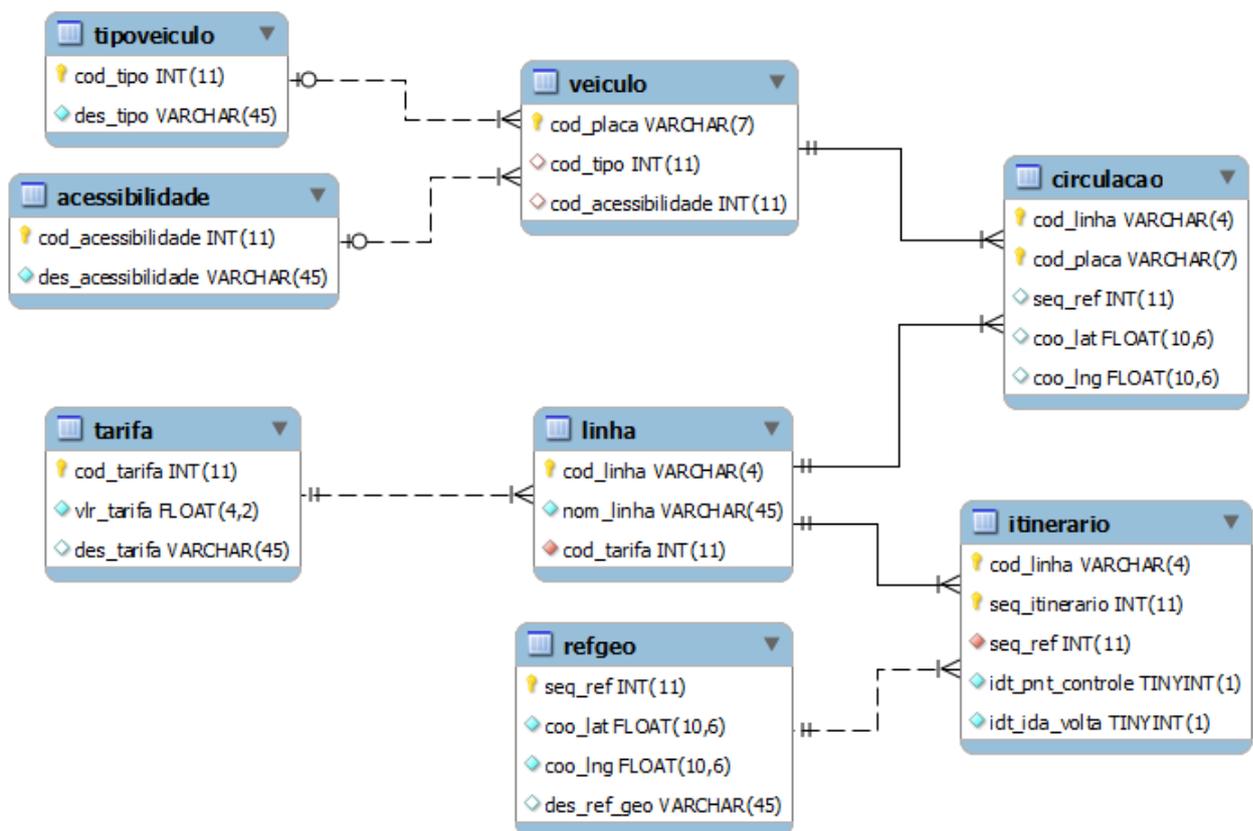


FIGURA 14: PROJETO DO BANCO DE DADOS DE BUScar

3.2. Diagrama de Classes

A Figura 15 apresenta o Diagrama de Classes de BUScar.

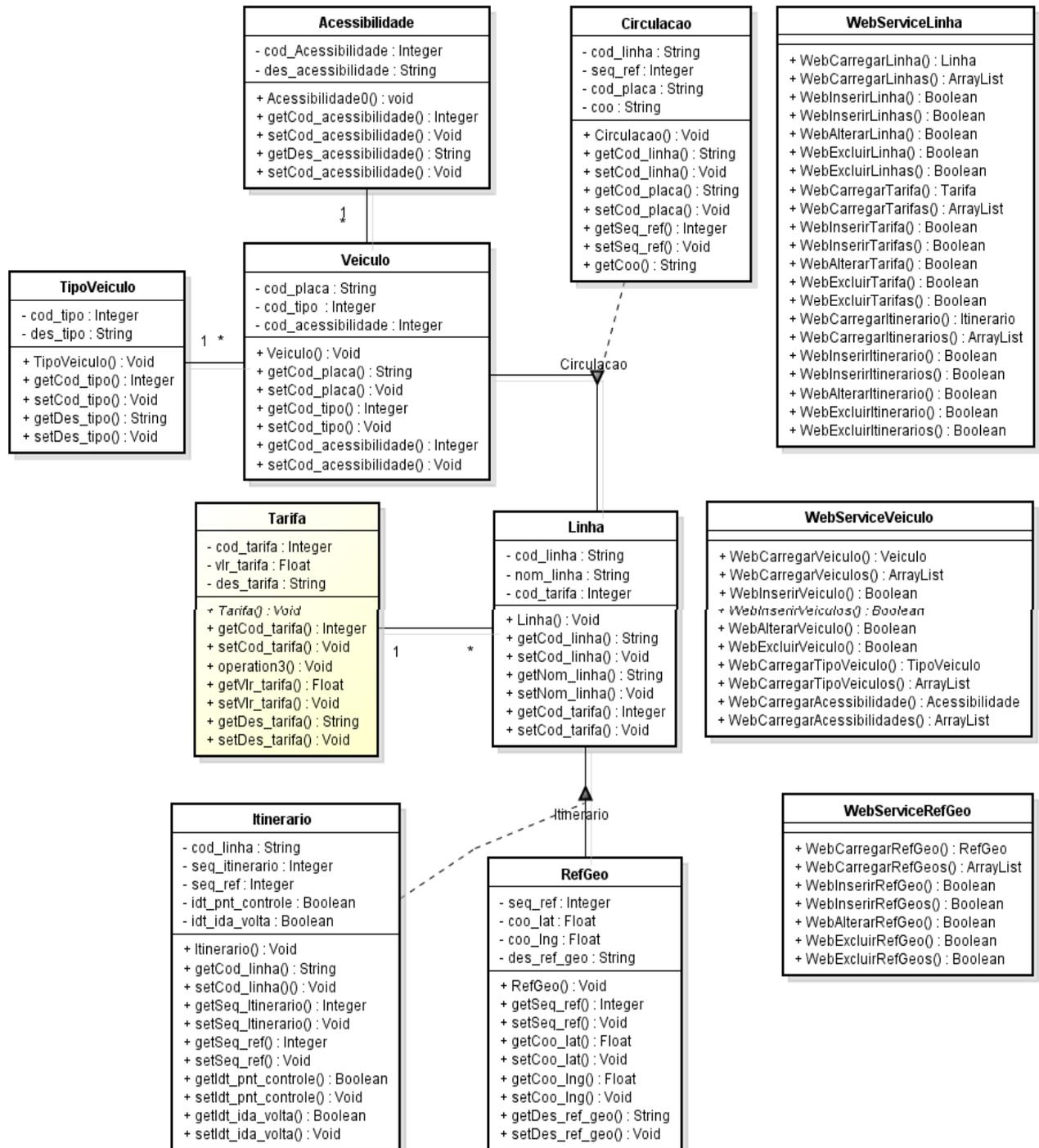


FIGURA 15: DIAGRAMA DE CLASSES DE BUScar

3.3. Dicionário de Dados

tipoveiculo = @cod_tipo + des_tipo

acessibilidade = @cod_acessibilidade + des_acessibilidade

tarifa = @cod_tarifa + vlr_tarifa + (des_tarifa)

veiculo = @cod_placa + (cod_tipo) + (cod_acessibilidade)

linha = @cod_linha + nom_linha + cod_tarifa

refgeo = @seq_ref + coo_lat + coo_lng + (des_ref_geo)

itinerario = @cod_linha + @seq_itinerário + seq_ref + idt_tipo + idt_volta

circulacao = @cod_linha + @cod_placa + [seq_ref | coo_lat + coo_lng]

4. Resultados

O *software* desenvolvido está em sintonia com o especificado na documentação do projeto. Os módulos Administrador e Usuário atendem às funcionalidades básicas ao funcionamento do sistema e o Servidor também cumpre seus requisitos de maneira satisfatória.

As operações de adição, atualização e exclusão de registros foram devidamente testadas e funcionam perfeitamente, inclusive se consideradas as regras de negócio. Exceto a marcação de características de acessibilidade de um veículo, que, apesar de ser possível atribuir na interface gráfica mais de um atributo ao mesmo, somente o último é adicionado no banco de dados. No entanto, como essa funcionalidade não exerce influência no funcionamento do sistema, fugiu à regra. Em todas as entradas de dados existe validação dos valores inseridos. Quanto às interfaces gráficas de utilização do sistema, atendem aos parâmetros da padronização e modularização por interesse de atividade.

A modularização do sistema possibilitou desenvolvê-lo de maneira mais dinâmica e facilitada, uma vez que seus módulos puderam ser implementados de maneira independente e concorrentemente. A utilização de *Web services* no Servidor também se mostrou acertada, pois providenciou uma camada de segurança adicional ao banco de dados, evitando o acesso direto dos módulos e facilitando a manutenção de suas operações. Além disso, de certa maneira, os *Web services* criaram uma API de acesso ao banco, tornando-os altamente reutilizáveis para qualquer outra aplicação que os deseje utilizar.

Devido ao prazo de entrega do projeto, optou-se por não desenvolver o módulo Controle Veicular. Esta decisão foi corroborada ao considerar que seria necessário conhecer técnicas de programação específicas do ambiente de dispositivos móveis que os integrantes da equipe do projeto ainda não dominavam. Desta forma, propõe-se a codificação do módulo Controle Veicular como trabalho futuro. A funcionalidade de geração de relatórios também não foi possível ser implementada. Como o módulo Administrador não possui acesso direto ao banco de dados, seria necessário o Servidor produzir o relatório e, em seguida, enviá-lo ao Administrador para que fosse exibido. Não foi possível desenvolver esse processo a tempo do prazo de entrega. No entanto, os modelos de relatórios do sistema foram produzidos.

O desenvolvimento do sistema trouxe à tona discussões sobre a qualidade da descrição do ambiente de execução do *software* e de seus requisitos funcionais obtida nas fases iniciais do projeto. Algumas decisões formuladas na etapa de planejamento poderiam retornar para a

fase de análise de requisitos e, possivelmente, seriam modificadas. Por exemplo, realizar revisão sobre a real necessidade de envio dos dados de localização geográfica dos veículos ao passar por um ponto de parada; e a maneira de preencher a descrição de uma referência geográfica. Uma revisão na especificação dos sistemas de transporte coletivo traria modificações à estrutura do banco de dados do sistema.

Também convém realizar uma análise sobre a atuação da empresa prestadora do serviço de transporte coletivo no sistema, uma vez que esta versão de BUScar suporta ser executada por apenas uma empresa.

No entanto, a julgar pela novidade e complexidade do ambiente de execução e dos requisitos e funcionalidades do sistema desejado, e por configurar-se como um trabalho de conclusão de curso técnico, pode-se dizer que o produto desenvolvido é satisfatório e corresponde às expectativas da equipe para o trabalho proposto.

5. Considerações Finais

O desenvolvimento de um sistema de informação moldado pela Engenharia de *Software* mostrou-se necessário para sua idealização e concretização. Essa tecnologia contribui ao sugerir práticas e modelos que possibilitaram melhor entendimento e compreensão das especificações e exigências para o funcionamento dos atributos do *software*. Além disso, a preocupação com a qualidade dos processos e do produto norteou a implementação do sistema.

Os Sistemas Avançados de Transporte Público (APTS) englobam uma área de alta relevância social e de gestão pública, uma vez que as discussões em torno da Mobilidade Urbana são essenciais para a construção de um ambiente sustentável nos sentidos ambiental, social e econômico. Durante o projeto, ficou evidente como a bibliografia nacional disponível é pequena. Reflexo disso é o número reduzido de municípios que implementam sistemas de informação voltados ao usuário de transporte coletivo, quase sempre capitais estaduais. Ainda assim, a implementação destes sistemas nessas cidades é muito recente, mesmo nos maiores centros urbanos do país, como ocorre em Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte. Essa situação dificultou e embaraçou o planejamento de nosso sistema de informação, dada a sua complexidade e a dificuldade em se obter referências técnicas.

Além disso, a atuação de APTS pode envolver diferentes funcionalidades, muito além das selecionadas para o sistema BUScar. Os dados relativos ao sistema de transporte público podem ser fonte de decisões estratégicas ao funcionamento e otimização do próprio sistema. As atuais possibilidades tecnológicas permitem o desenvolvimento de *softwares* que possam, por exemplo, registrar o fluxo de passageiros, a velocidade dos veículos, o cumprimento da tabela de horários e a relação origem/destino das viagens realizadas pelos passageiros. Se aplicadas a Ciência da Computação e a Engenharia Urbana, os APTS se tornam elementos otimizadores do sistema de transporte coletivo, tornando-se sistemas ativos.

Por fim, a experiência de realizar este Trabalho de Conclusão de Curso se mostrou importante para o amadurecimento das práticas de desenvolvimento de sistemas por parte dos integrantes do grupo. Conhecer melhor a dinâmica e processos da engenharia de *software* é, sem dúvida, um esforço necessário para a formação de profissionais capacitados com atuação na área da Informática.

Também é certo de que é preciso garantir as condições necessárias para o bom decorrer do desenvolvimento dos Trabalhos de Conclusão de Curso. Definir melhor as datas e

pacotes de entrega aos professores, bem como reduzir a quantidade e complexidade das demais atividades das disciplinas do curso técnico. A adoção de um modelo de relatório para qualificação é uma boa iniciativa, mas é preciso que ele seja melhor detalhado e esclarecedor, de maneira a unificar as interpretações entre os professores, entre os alunos e entre ambos. Este ano, apesar de possuir um prazo consideravelmente menor para o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso, a complexidade e dificuldade dos mesmos não foram reduzidas. Isso gerou uma sobrecarga de ocupação e estresse, incoerente ao grau de formação dos estudantes.

6. Cronograma

A Figura 16 apresenta a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), contendo o cronograma e distribuição de atividades do mesmo.

	% concluída		Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predecessoras	Nomes dos recursos
1	100%	✓	- Início	17 dias	Qua 22/05/13	Qui 13/06/13		Vinicius
2	100%	✓	Definir Equipe do Projeto	1 dia	Qua 22/05/13	Qua 22/05/13		Equipe do Projeto
3	100%	✓	Definir Líder do Projeto	1 dia	Qua 29/05/13	Qua 29/05/13	2	Equipe do Projeto
4	100%	✓	Definir Software a ser Desenvolvido	7 dias	Seg 03/06/13	Ter 11/06/13	3	Equipe do Projeto
5	100%	✓	Documento de Proposta do Projeto	7 dias	Qua 05/06/13	Qui 13/06/13	4	Vinicius
6	100%	✓	- Planejamento	61 dias	Seg 03/06/13	Seg 26/08/13	1	Vinicius
7	100%	✓	- Definir Escopo	41 dias	Seg 03/06/13	Seg 29/07/13		Vinicius
8	100%	✓	Definir Funcionalidades	41 dias	Seg 03/06/13	Seg 29/07/13	4	Equipe do Projeto
9	100%	✓	Definir Ferramentas de Modelagem	5 dias	Qua 05/06/13	Ter 11/06/13	8	Arthur,Vinicius
10	100%	✓	Definir Ferramentas de Implementação	5 dias	Qua 05/06/13	Ter 11/06/13	9	Arthur,Vinicius,Daniel Reis
11	100%	✓	- Definir Plano do Projeto	54 dias	Qua 12/06/13	Seg 26/08/13		Vinicius
12	100%	✓	Desenvolver o Cronograma	7 dias	Qua 12/06/13	Qui 20/06/13	10	Diogo,Vinicius
13	100%	✓	Desenvolver a EAP	16 dias	Sex 02/08/13	Sex 23/08/13	12	Diogo,Vinicius
14	100%	✓	Desenvolver Matriz de Responsabilidade	21 dias	Qua 12/06/13	Qua 10/07/13	12	Equipe do Projeto
15	100%	✓	Definir Nome dos Sistema	5 dias	Ter 20/08/13	Seg 26/08/13	14	Vitor
16	100%	✓	Definir Logomarca	5 dias	Ter 20/08/13	Seg 26/08/13	15	Diogo
17	91%		- Execução	96 dias	Seg 22/07/13	Seg 02/12/13	6	Arthur,Vinicius
18	85%		- Implementação	69 dias	Ter 27/08/13	Sex 29/11/13		Arthur,Vinicius
19	100%	✓	- Módulo Administrador	65 dias	Ter 27/08/13	Seg 25/11/13		Arthur,Vinicius
20	100%	✓	Codificação	65 dias	Ter 27/08/13	Seg 25/11/13	10	Arthur,Vinicius
21	100%	✓	Testes	41 dias	Seg 30/09/13	Seg 25/11/13	20TT	Arthur,Vinicius
22	100%	✓	- Servidor	36 dias	Seg 23/09/13	Seg 11/11/13		Arthur,Vinicius
23	100%	✓	Codificação	36 dias	Seg 23/09/13	Seg 11/11/13		Arthur
24	100%	✓	Testes	36 dias	Seg 23/09/13	Seg 11/11/13		Vinicius
25	100%	✓	- Módulo Usuário	21 dias	Seg 14/10/13	Seg 11/11/13		Arthur,Vitor
26	100%	✓	Codificação	21 dias	Seg 14/10/13	Seg 11/11/13		Arthur,Vitor
27	100%	✓	Testes	21 dias	Seg 14/10/13	Seg 11/11/13		Arthur,Vitor
28	0%		- Módulo Controle Veicular	20 dias	Seg 04/11/13	Sex 29/11/13		Arthur,Vinicius,Daniel Reis
29	0%		Codificação	20 dias	Seg 04/11/13	Sex 29/11/13		Arthur,Vinicius,Daniel Reis
30	0%		Testes	20 dias	Seg 04/11/13	Sex 29/11/13		Arthur,Vinicius,Daniel Reis
31	100%	✓	- Documentação	96 dias	Seg 22/07/13	Seg 02/12/13		Vinicius
32	100%	✓	- Documentos de Engenharia de Software	91 dias	Seg 29/07/13	Seg 02/12/13		Vinicius
33	100%	✓	Documento de Requisitos	6 dias	Seg 29/07/13	Seg 05/08/13	10	Equipe do Projeto
34	100%	✓	Relatório Parcial	9 dias	Ter 27/08/13	Sex 06/09/13	33	Vinicius
35	100%	✓	Relatório Final	35 dias	Ter 15/10/13	Seg 02/12/13		Vinicius
36	100%	✓	- Diagramas	86 dias	Seg 22/07/13	Seg 18/11/13		Vinicius
37	100%	✓	- Diagrama de Fluxo de Dados	25 dias	Seg 22/07/13	Sex 23/08/13		Vinicius,Arthur
38	100%	✓	DFD Nível 0	10 dias	Seg 22/07/13	Sex 02/08/13	34	Vinicius,Arthur
39	100%	✓	Dicionário de Dados	25 dias	Seg 22/07/13	Sex 23/08/13	38	Vinicius,Arthur
40	100%	✓	Diagrama de Caso de Uso	21 dias	Seg 29/07/13	Seg 26/08/13	37	Diogo
41	100%	✓	- Diagrama de Transição de Estado	15 dias	Seg 05/08/13	Sex 23/08/13		Diogo
42	100%	✓	DTE_Administrador	5 dias	Seg 05/08/13	Sex 09/08/13		Diogo
43	100%	✓	DTE_Usuário	5 dias	Seg 12/08/13	Sex 16/08/13	42	Diogo
44	100%	✓	DTE_Control_Veicular	5 dias	Seg 19/08/13	Sex 23/08/13	43	Diogo
45	100%	✓	Projeto Banco de Dados	11 dias	Seg 12/08/13	Seg 26/08/13	43	Vinicius,Edson,Arthur
46	100%	✓	Diagrama de Classes	6 dias	Ter 15/10/13	Ter 22/10/13	45	Diogo
47	100%	✓	Diagrama de Atividades	10 dias	Ter 05/11/13	Seg 18/11/13	46	Daniel
48	100%	✓	Diagrama de Sequência	10 dias	Ter 05/11/13	Seg 18/11/13	46	Vinicius
49	100%	✓	Diagrama de Comunicação	10 dias	Ter 05/11/13	Seg 18/11/13	46	Gustavo
50	100%	✓	- Apresentações	39 dias	Ter 03/09/13	Sex 25/10/13		Equipe do Projeto
51	100%	✓	Qualificação Parcial	1 dia	Ter 03/09/13	Ter 03/09/13		Equipe do Projeto
52	100%	✓	Apresentação no META CEFET-MG	1 dia	Sex 25/10/13	Sex 25/10/13		Equipe do Projeto
53	67%		- Encerramento	70 dias	Ter 10/09/13	Sáb 14/12/13		Equipe do Projeto
54	100%	✓	Entrega do Relatório Parcial	1 dia	Ter 10/09/13	Ter 10/09/13	34	Equipe do Projeto
55	100%	✓	Entrega do Relatório Final	1 dia	Ter 03/12/13	Ter 03/12/13	35	Equipe do Projeto
56	0%		Qualificação Final	1 dia	Sáb 14/12/13	Sáb 14/12/13	55	Equipe do Projeto

FIGURA 16: ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO DE BUScar

7. Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2011**. São Paulo: ANTP, 2012. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/userFiles/simob/relat%C3%B3rio%20geral%202011.pdf>. Acesso em 21 maio 2013.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição [da] Republica Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em 20 maio 2013.

KHATOUNIAN, M.; MENDES, D.; MARTINES, G.. **Documento de Especificação do Protocolo de Comunicação AVL - Central**. SPTRANS, São Paulo, p. 138, 2006. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/Protocolo_1265987667.pdf>. Acesso em 25 maio 2013.

LAFON, Yves. **Web Services Activity Statement**. W3C, 2013. Disponível em: <<http://www.w3.org/2002/ws/Activity>>. Acesso em 18 novembro 2013.

PILON, José Aguilar. **Sistema de informação ao usuário do transporte coletivo por ônibus na cidade de Vitória - ES**. Ponta Grossa: UTFPR, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2009. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/107/Dissertacao.pdf>>. Acesso em 15 maio 2013.

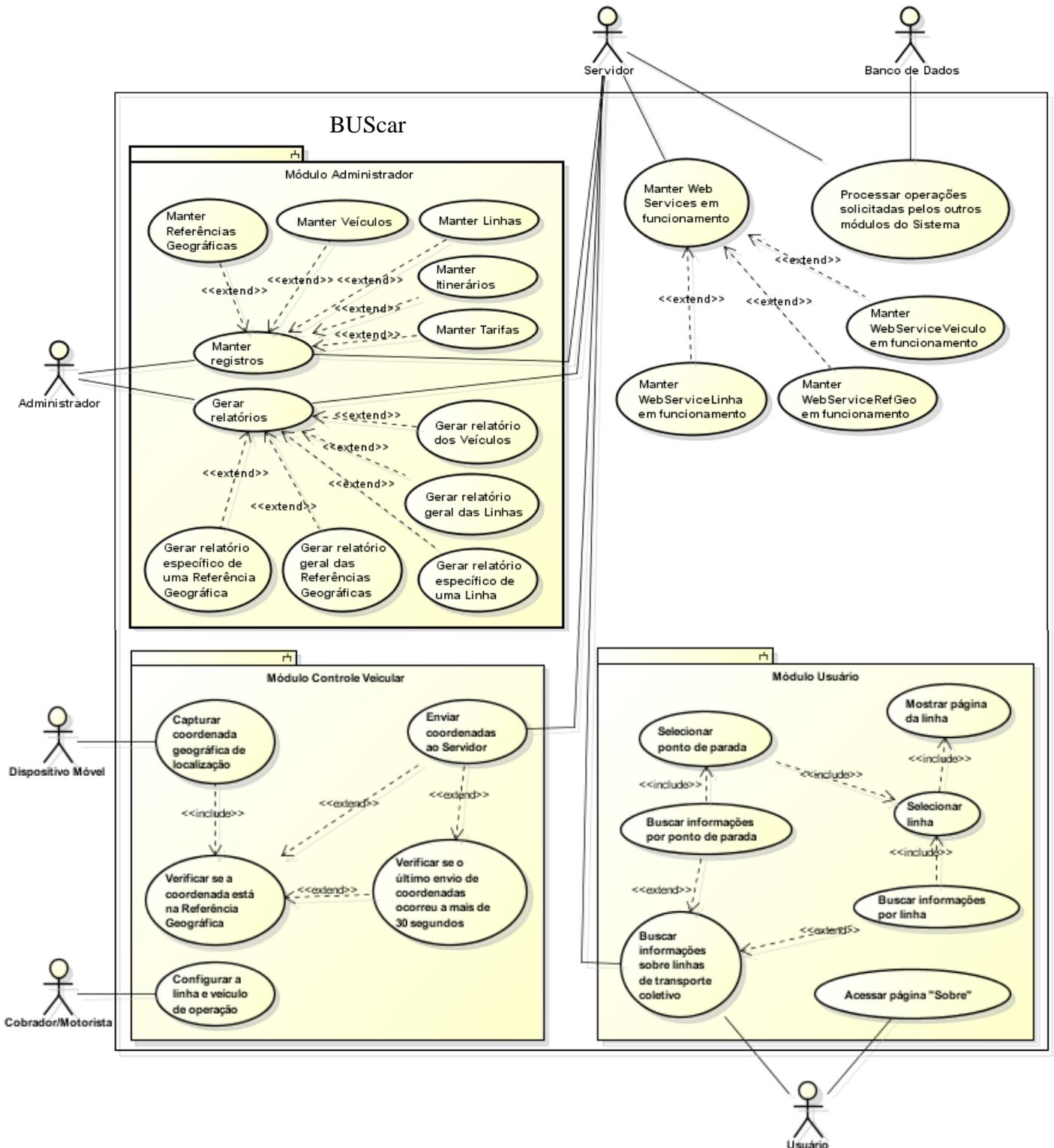
SPTRANS. **Sistemas Informatizados para a Gestão Do Transporte Coletivo do Município de São Paulo**. SPTRANS, São Paulo, p. 24, 2009. Disponível em: <http://www.sptrans.com.br/pdf/biblioteca_tecnica/SISTEMAS_INFORMATIZADOS_PARA_A_GESTAO_DO_TRANSPORTE.pdf>. Acesso em 25 maio 2013.

Sun Microsystems. **Core J2EE Patterns – Data Access Object**. Oracle, 2002. Disponível em: <<http://www.oracle.com/technetwork/java/dataaccessobject-138824.html>>. Acesso em 18 novembro 2013.

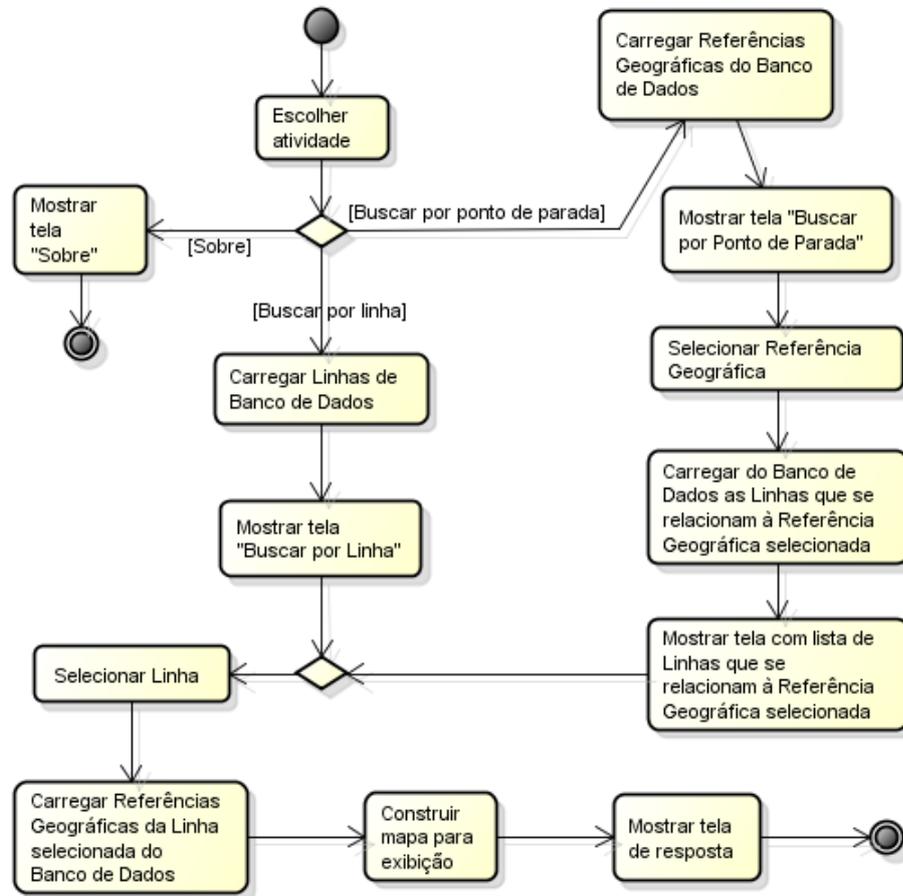
W3Schools. **ASP.NET MVC Tutorial**. Refsnes Data, 2013. Disponível em <http://www.w3schools.com/aspnet/mvc_intro.asp>. Acesso em 18 novembro 2013.

8. Anexos

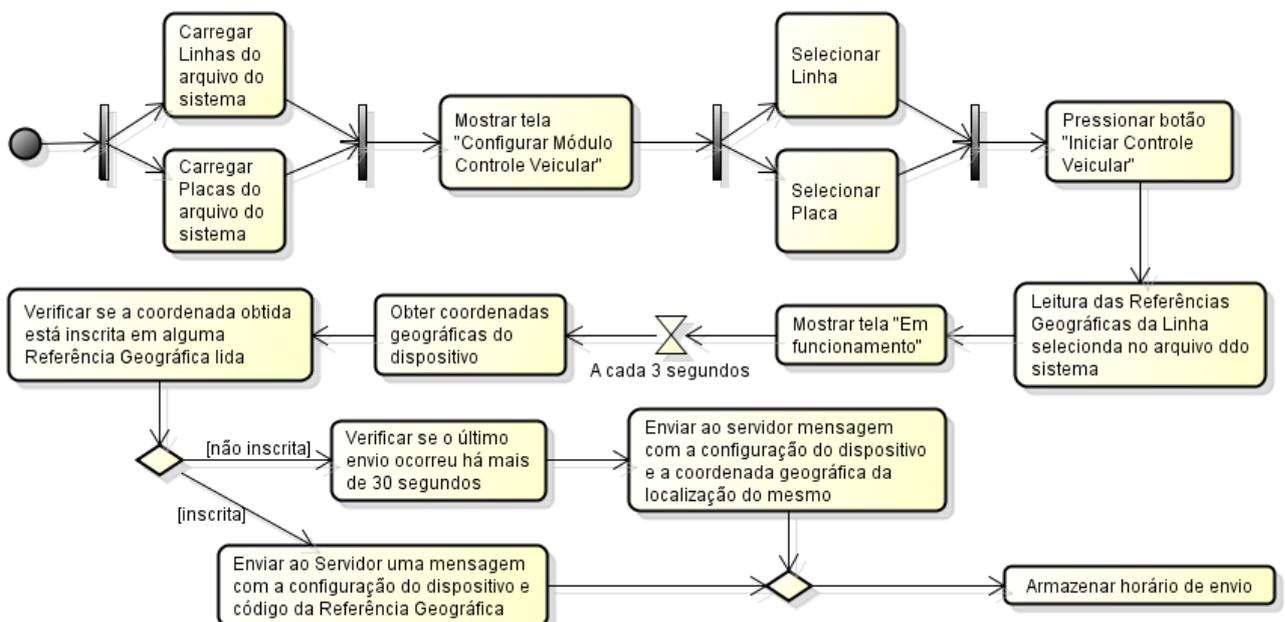
8.1. Diagrama de Caso de Uso Nível 1



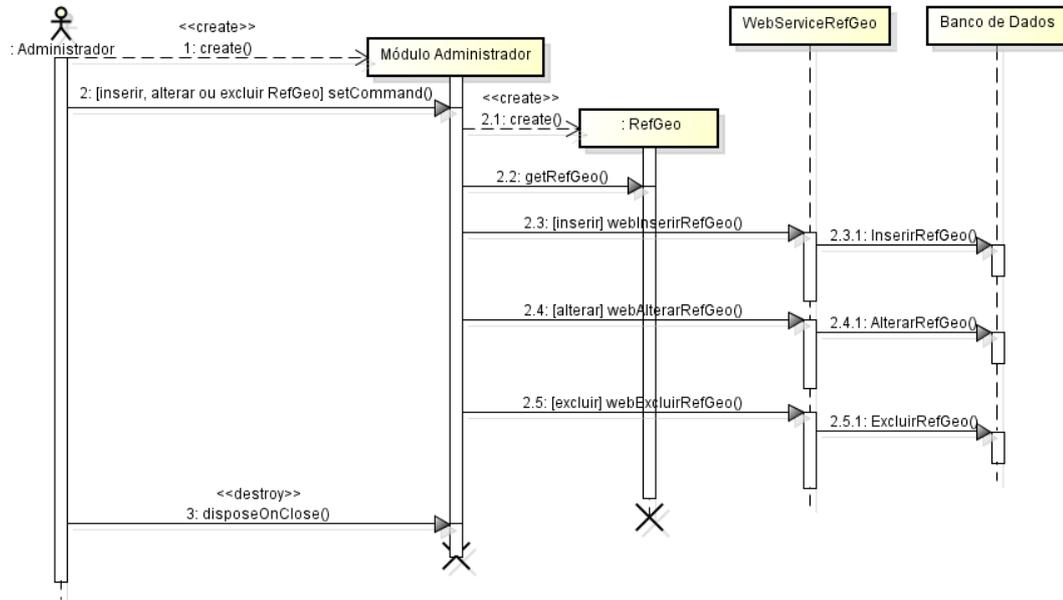
8.3. Diagrama de Atividades – Módulo Usuário



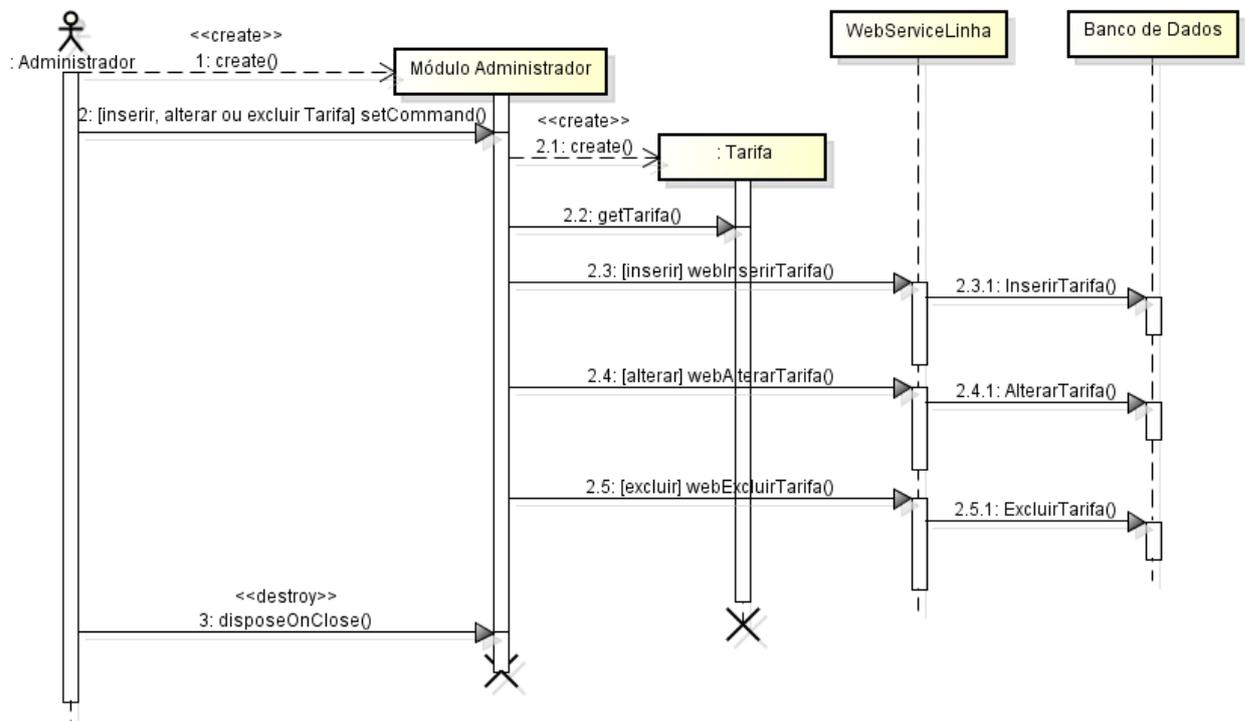
8.4. Diagrama de Atividades – Módulo Controle Veicular



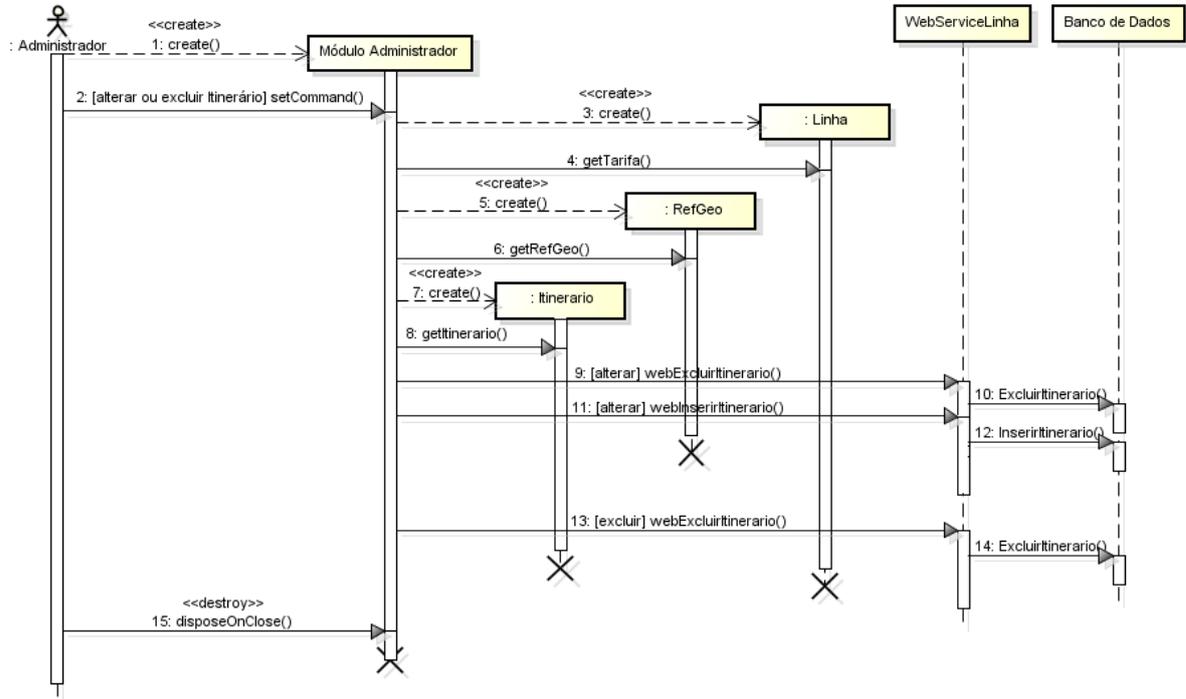
8.5. Diagrama de Sequência – Manter RefGeo



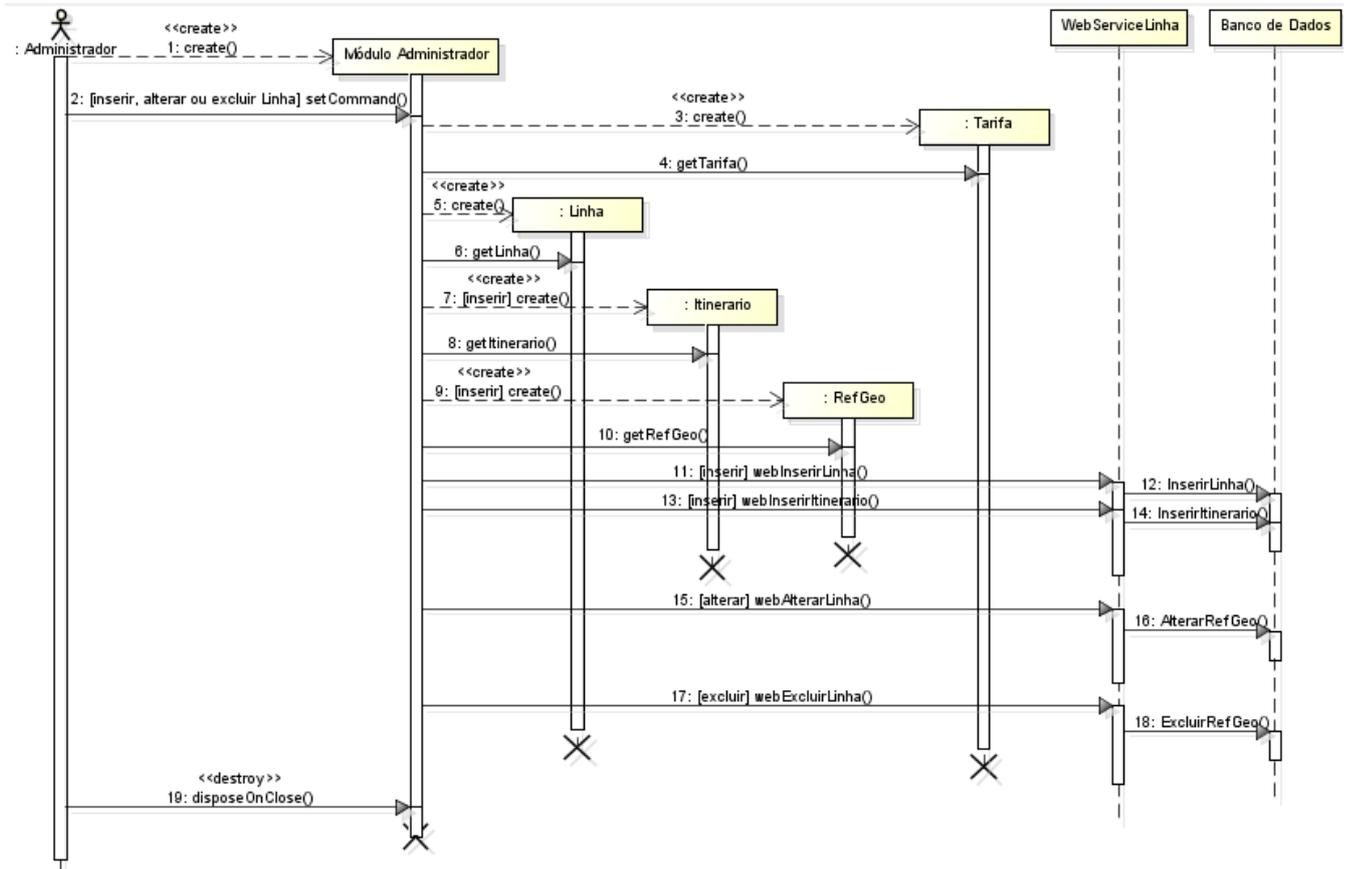
8.6. Diagrama de Sequência – Manter Tarifa



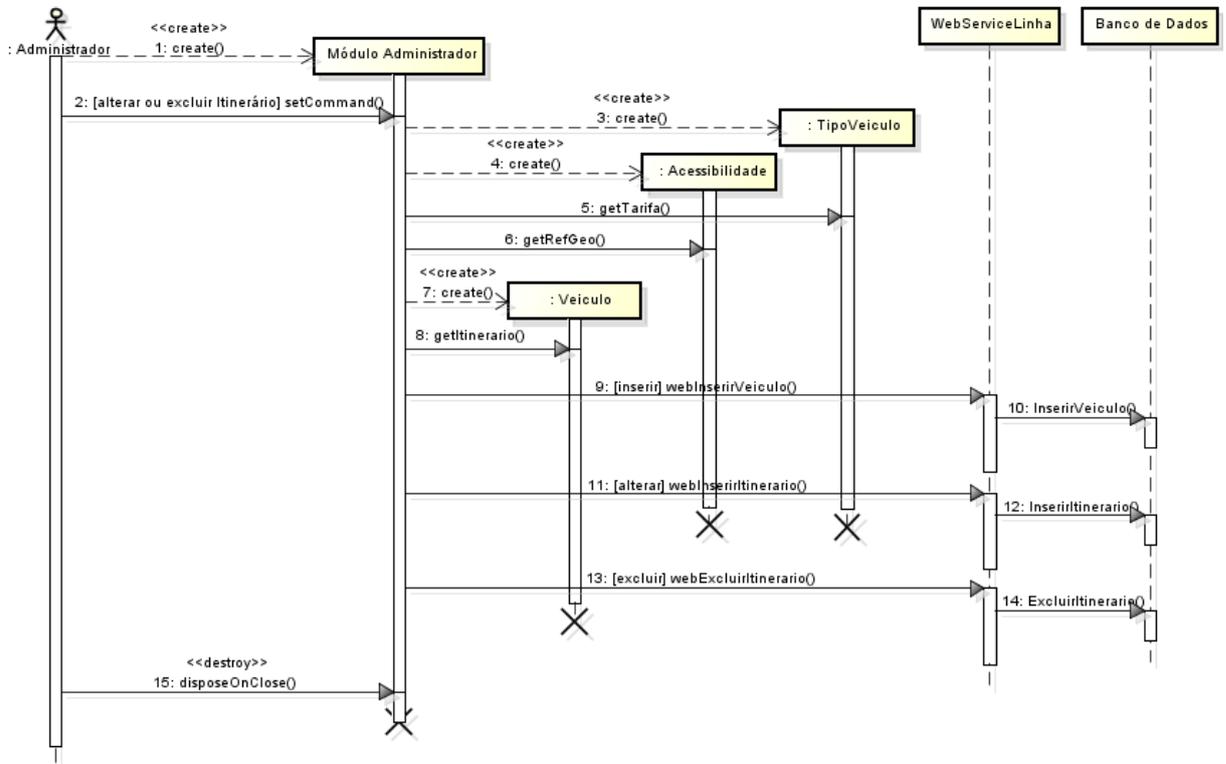
8.7. Diagrama de Sequência – Manter Linha



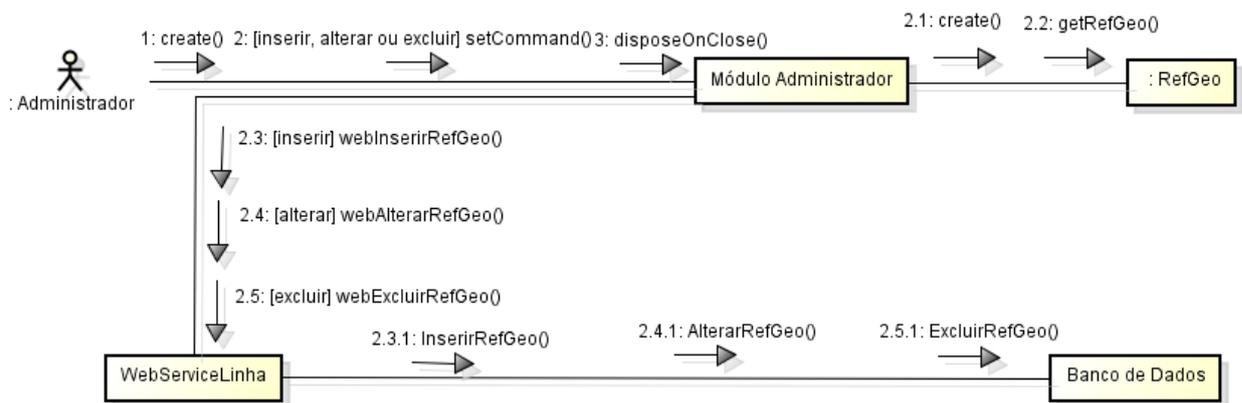
8.8. Diagrama de Sequência – Manter Itinerário



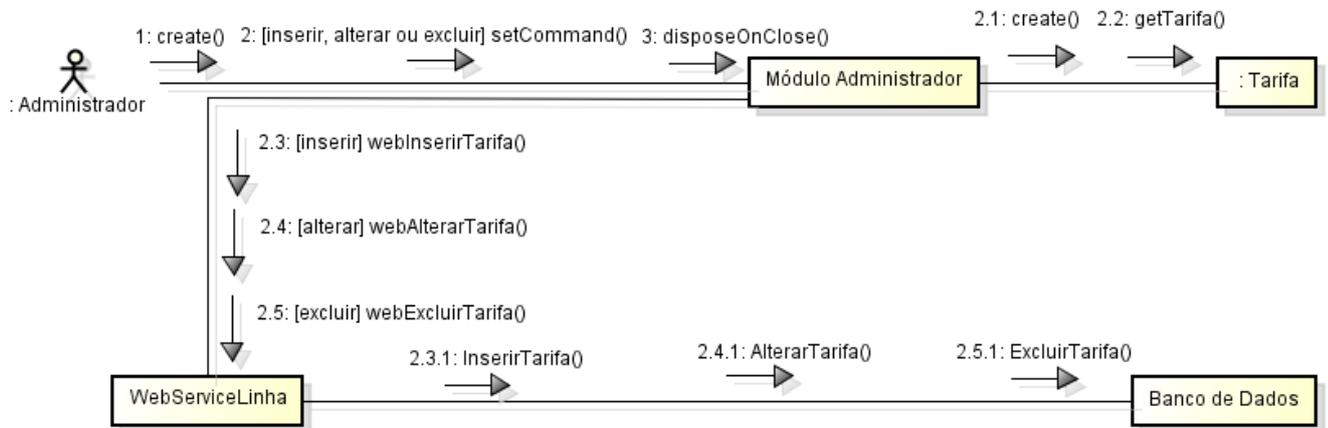
8.9. Diagrama de Sequência – Manter Veículo



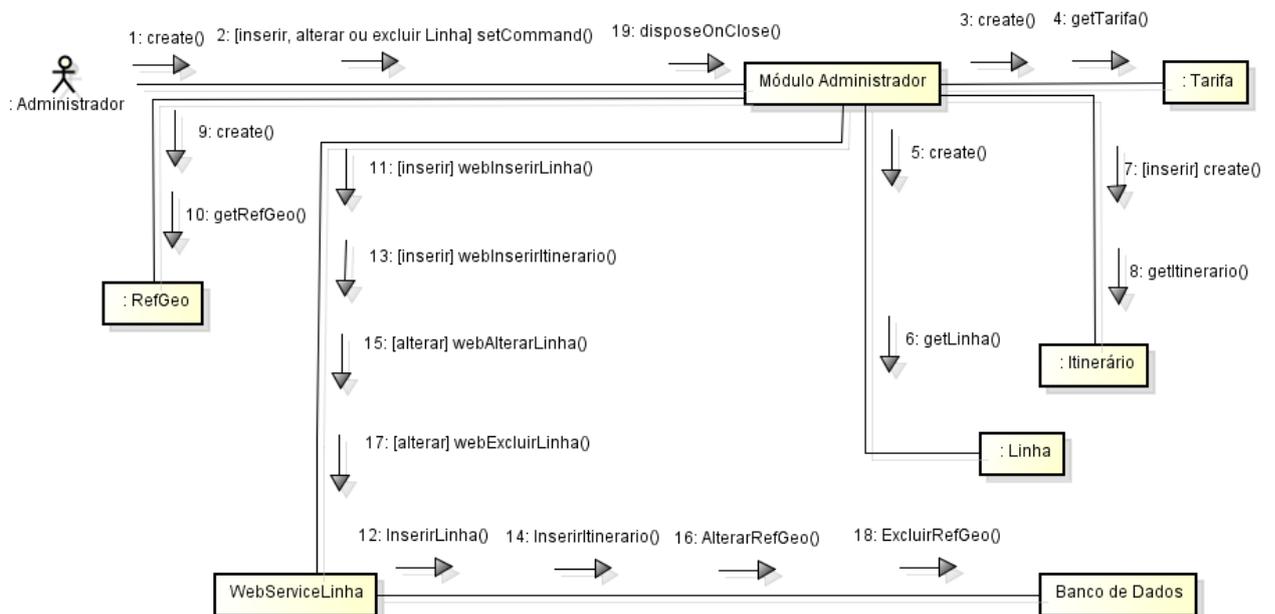
8.10. Diagrama de Comunicação – Manter RefGeo



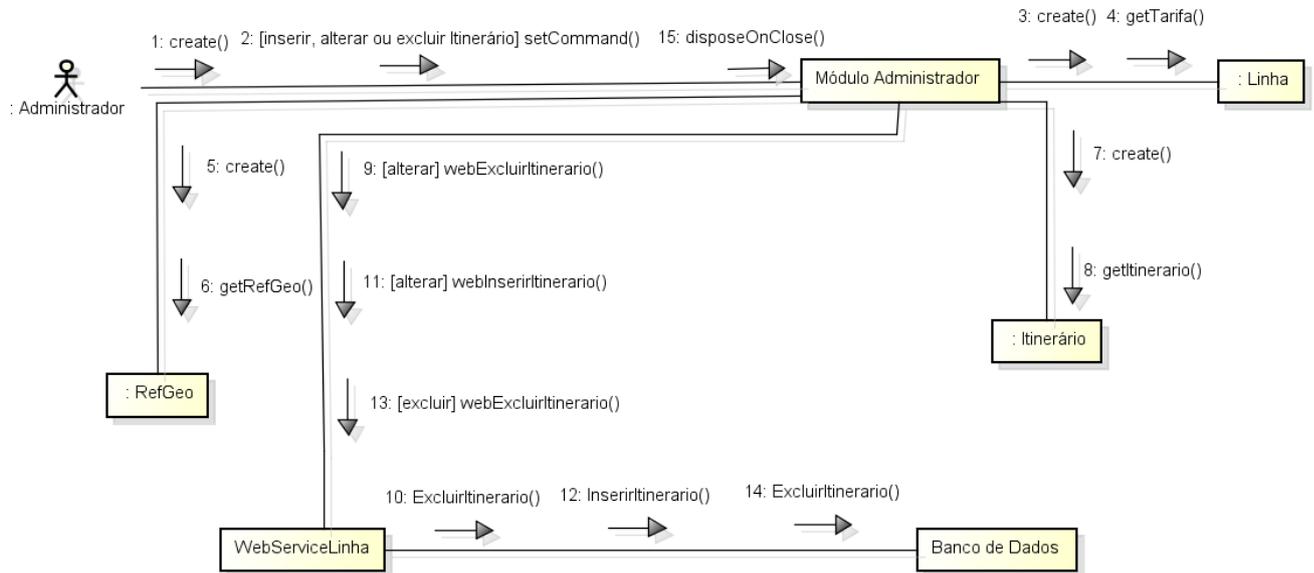
8.11. Diagrama de Comunicação – Manter Tarifa



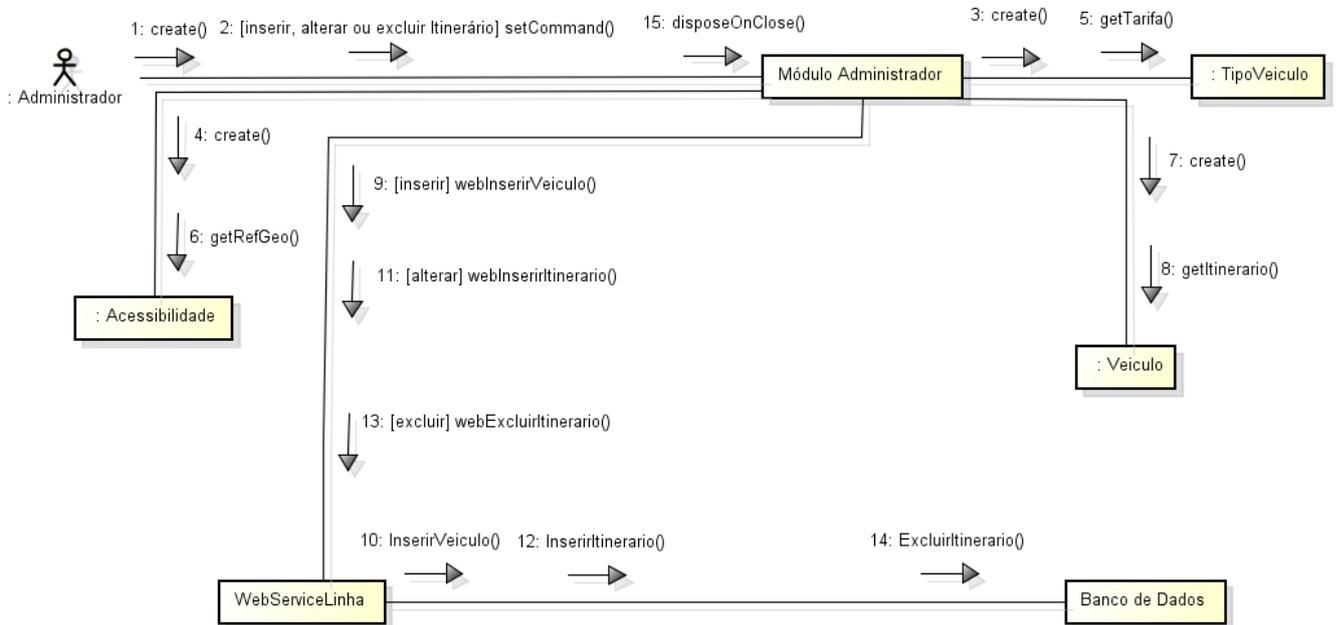
8.12. Diagrama de Comunicação – Manter Linha



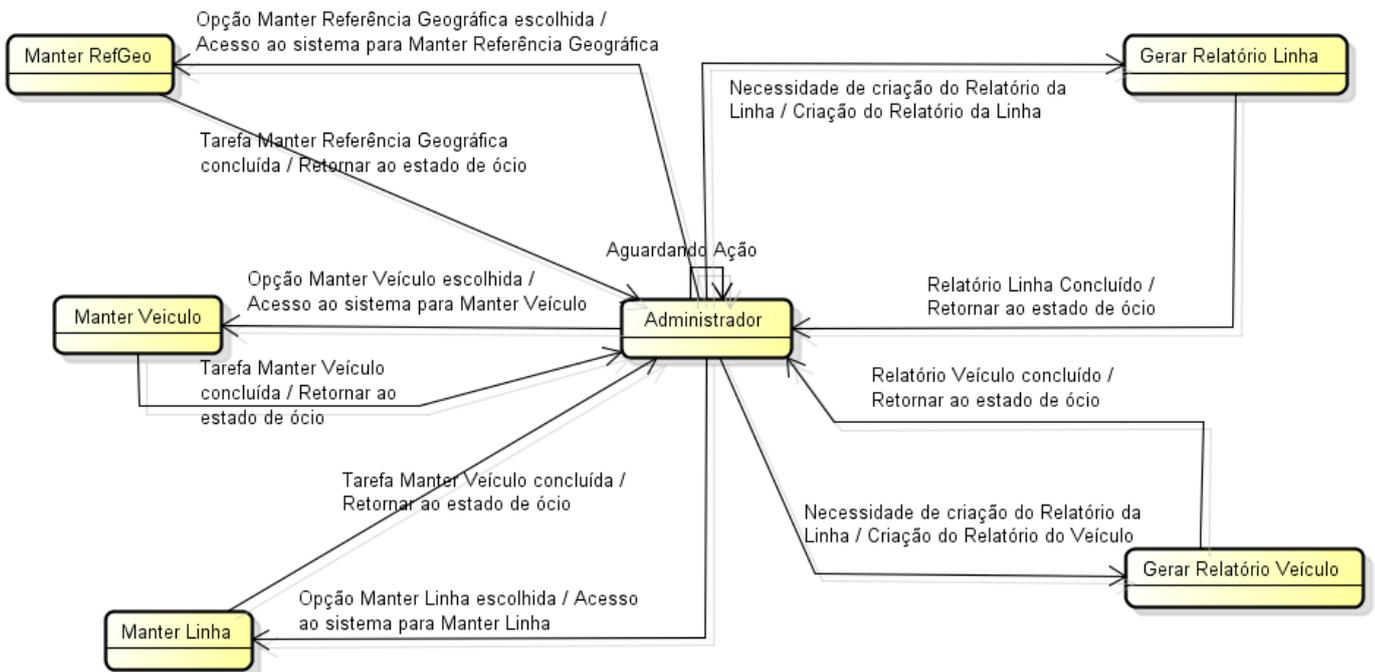
8.13. Diagrama de Comunicação – Manter Itinerário



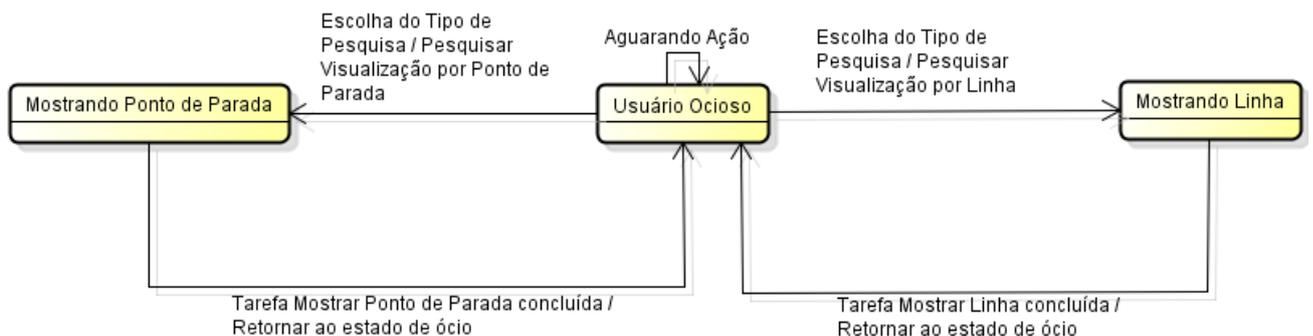
8.14. Diagrama de Comunicação – Manter Veículo



8.15. Diagrama de Transição de Estados – Módulo Administrador



8.16. Diagrama de Transição de Estados – Módulo Usuário



8.17. Diagrama de Transição de Estados – Módulo Controle Veicular

