



**RAFAEL FRANCISCO FERREIRA ROCHA**

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UM  
SISTEMA DE COLETA, ANÁLISE E  
VISUALIZAÇÃO DE DADOS  
GEOREFERENCIAIS APLICADO AO SETOR  
DO TRANSPORTE PÚBLICO: MÓDULO MÓVEL**

**LAVRAS - MG  
2010**

**RAFAEL FRANCISCO FERREIRA ROCHA**

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE COLETA,  
ANÁLISE E VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOREFERENCIAIS  
APLICADO AO SETOR DO TRANSPORTE PÚBLICO: MÓDULO  
MÓVEL**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador:

Dr. Ahmed Ali Abdlla Esmín

Co-orientador:

Dr. Ana Paula Piovesan Melchiori

**LAVRAS - MG  
2010**

**RAFAEL FRANCISCO FERREIRA ROCHA**

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE COLETA,  
ANÁLISE E VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOREFERENCIAIS  
APLICADO AO SETOR DO TRANSPORTE PÚBLICO: MÓDULO  
MÓVEL**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

APROVADA em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Dr. Marluce Rodrigues Pereira UFLA

Msc. André Grutzmann UFLA

Dr. Ahmed Ali Abdlla Esmin

Orientador

Dr. Ana Paula Piovesan Melchiori

Co-orientador

**LAVRAS - MG  
2010**

*A minha mãe Marisa.*

*A meu pai João.*

*Aos meus irmãos Eduardo e Pedro.*

*A minha namorada e amiga Juliana.*

DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

Dedico este trabalho aos meus irmãos e melhores amigos Eduardo e Pedro que sempre me apoiaram nesta caminhada.

A minha namorada e amiga Juliana pela compreensão e apoio nas minhas escolhas.

Aos meus companheiros e amigos da República Ninho do Amor e da Turma 2007/01 do Curso de Ciência da Computação por todos os bons e maus momentos que passamos.

Aos meus professores pela fiel transmissão de seus conhecimentos.

Em especial, aos meus pais João e Marisa que sempre me apoiaram e confortaram em todas minhas decisões profissionais e pessoais, sendo eles meus maiores exemplos de vida.

## **RESUMO**

O transporte público está amplamente difundido na sociedade atual se tornando na maioria dos locais em que está presente objeto de críticas por seus usuários pela lotação acima da capacidade, atrasos, falta de acessibilidade e de informações em geral. Com o objetivo de amenizar tais situações o presente trabalho emergiu com o fim de desenvolver uma aplicação para informar aos usuários de transporte público rodoviário quanto à localização, trajeto, previsões e pontos de embarque, implementado sobre a plataforma Android e integrado a um Sistema Inteligente de Transporte baseado nas tecnologias GPS e GPRS, prevendo ser tal aplicação um facilitador e parte da solução dos problemas que afligem este ramo de transporte.

**Palavras-chave:** Sistemas de Transporte Inteligente, Android, dispositivos móveis, transporte público.

## **ABSTRACT**

Public transport is widely used in today's society becoming most places where this is the object of criticism for its users by stocking up capacity, delays, lack of accessibility and general information. Aiming to ease such situations this work emerged in order to develop an application to inform users of public road transport about the locations, route, prevision and places of embarkation, implemented on the Android platform and integrated with an Intelligent System Transportation based on GPS and GPRS technologies, by providing such application to be a facilitator and part of the solution of the problems afflicting this branch of transport.

**Keywords:** Intelligent Transport System, Android, mobile devices, public transport.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Centro de Gestões de Veículos Comerciais (FIGUEIREDO <i>et al.</i> , 2001)<br>..... | 18 |
| Figura 2 Cenário de Computação Móvel (JOHSON, 2007) .....                                    | 20 |
| Figura 3 Arquitetura Android (ANDROID DEVELOPER, 2010) .....                                 | 22 |
| Figura 4 <i>Dalvik Virtual Machine</i> (ABLESON, 2009) .....                                 | 24 |
| Figura 5 Fluxo de Dados Geral.....   | 30 |
| Figura 6 Arquitetura em Camadas do Sistema .....   | 32 |
| Figura 8 Diagrama de interseção dos módulos de usuários. ....                                | 33 |
| Figura 9 Arquitetura do Módulo Coletor.....  | 35 |
| Figura 10 Modelo cliente/servidor .....  | 38 |
| Figura 11 Fluxo de dados entre módulo móvel e web .....                                      | 38 |
| Figura 12 Diagrama de Caso de Uso.....   | 40 |
| Figura 13 Diagrama de Pacotes .....  | 42 |
| Figura 14 Tela Inicial .....   | 43 |
| Figura 15 Tela de Configuração .....   | 44 |
| Figura 16 Tela do Mapa .....   | 45 |
| Figura 17 Tela Previsão.....   | 46 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 Camadas Básicas. Fonte: Fowler <i>et al.</i> (2002) ..... | 27 |
| Tabela 2 Modelo em Camadas de Brown.....                           | 29 |
| Tabela 3 Modelo em camadas de Marinescu.....                       | 29 |
| Tabela 4 Especificações de caso de uso do sistema .....            | 39 |
| Tabela 5 Arquitetura em camadas do Módulo Móvel .....              | 41 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|                      |  |
|----------------------|--|
| ADT                  | <i>Android Development Tools;</i>                    |
| DVM                  | <i>Dalvik Virtual Machine;</i>                       |
| GPS                  | <i>Global Positioning System;</i>                    |
| JVM                  | <i>Java Virtual Machine;</i>                         |
| LICESA<br>Avançados; | Laboratório de Inteligência Computacional e Sistemas |
| MV                   | Máquina Virtual;                                     |
| SACV                 | Sistemas Avançados de Controle de Veículos;          |
| SAGT                 | Sistemas Avançados de Gestão de Tráfego;             |
| SAIV                 | Sistemas Avançados de Informação para Viajantes;     |
| SATP                 | Sistemas Avançados de Transportes Públicos;          |
| SATR                 | Sistemas Avançados de Transportes Rurais;            |
| SDK                  | Software Development Kit;                            |
| SOVC                 | Sistemas de Operação de Veículos Comerciais;         |
| STI                  | Sistema de Transporte Inteligente;                   |
| XML                  | <i>eXtensible Markup Language;</i>                   |

## SUMÁRIO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | INTRODUÇÃO .....                        | 12 |
| 1.1   | CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO .....      | 12 |
| 1.2   | OBJETIVOS DO TRABALHO .....             | 12 |
| 1.3   | ESTRUTURA DO TRABALHO .....             | 14 |
| 2     | REFERENCIAL TEÓRICO .....               | 15 |
| 2.1   | SISTEMA DE TRANSPORTE INTELIGENTE ..... | 15 |
| 2.1.1 | DEFINIÇÃO .....                         | 15 |
| 2.1.2 | CATEGÓRIAS.....                         | 15 |
| 2.2   | DISPOSITIVOS E COMPUTAÇÃO MÓVEL.....    | 18 |
| 2.3   | PLATAFORMA ANDROID .....                | 20 |
| 2.3.1 | INTRODUÇÃO .....                        | 20 |
| 2.3.2 | HISTÓRIA .....                          | 21 |
| 2.3.3 | PILHA DE SOFTWARE.....                  | 22 |
| 2.3.4 | DALVIK VIRTUAL MACHINE.....             | 23 |
| 2.3.5 | ANATOMIA DE UM APLICATIVO .....         | 24 |
| 2.4   | ARQUITETURA EM CAMADAS .....            | 26 |
| 2.4.1 | BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS .....           | 27 |
| 2.4.2 | MODELO BÁSICO .....                     | 27 |
| 2.4.3 | OUTROS MODELOS .....                    | 28 |
| 3     | SISTEMA GERAL.....                      | 30 |
| 3.1   | INTRODUÇÃO .....                        | 30 |
| 3.2   | ARQUITETURA.....                        | 30 |
| 3.2.1 | MÓDULO GERENTE.....                     | 32 |
| 3.2.2 | MÓDULO WEB, MÓVEL E ADMINISTRADOR.....  | 33 |
| 3.2.3 | MÓDULO COLETOR .....                    | 34 |
| 3.3   | CLASSIFICAÇÃO DOS MÓDULOS .....         | 35 |
| 4     | METODOLOGIA .....                       | 36 |
| 4.1   | CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....         | 36 |
| 4.2   | PROCEDIMENTO.....                       | 36 |
| 4.3   | FERRAMENTAS UTILIZADAS .....            | 36 |
| 4.4   | DEFINIÇÕES E DECISÕES DE PROJETO.....   | 37 |
| 4.4.1 | MODELO CLIENTE/SERVIDOR .....           | 37 |
| 4.4.2 | DIAGRAMA DE CASO DE USO .....           | 38 |
| 4.4.3 | ARQUITETURA EM CAMADAS .....            | 40 |
| 5     | RESULTADOS .....                        | 43 |
| 5.1   | TELAS.....                              | 43 |
| 5.1.1 | TELA INICIAL .....                      | 43 |
| 5.1.2 | TELA DE CONFIGURAÇÃO.....               | 44 |
| 5.1.3 | TELA DO MAPA .....                      | 44 |

|       |                               |    |
|-------|-------------------------------|----|
| 5.1.4 | TELA DE PREVISÃO .....        | 45 |
| 5.2   | TESTES .....                  | 46 |
| 6     | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....    | 48 |
| 6.1   | DIFICULDADES ENCONTRADAS..... | 48 |
| 6.2   | TRABALHOS FUTUROS .....       | 48 |
| 7     | BIBLIOGRAFIA.....             | 50 |

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Contextualização e Motivação**

Com a explosão tecnológica ocorrida após a Guerra Fria e a presente globalização, a busca do homem em quase todos os pontos do mundo em criar meios de facilitação da vida cotidiana se impôs; tornando objeto de pesquisas nos centros acadêmicos e alvo de empresas em virtude dos bons resultados econômicos que podem ser auferidos.

A sociedade contemporânea depende dos meios de transporte sendo imprescindível a eficácia destes para o bom funcionamento das complexas relações econômicas. Tendo em vista o estilo de vida nos grandes centros urbanos bem como nas grandes, médias e pequenas cidades, a necessidade de se otimizar tempo está presente para atender as exigências das relações humanas.

O transporte público está amplamente difundido, e na maioria dos locais em que está presente é objeto de críticas por seus usuários pela lotação acima da capacidade, atrasos, falta de acessibilidade e de informações em geral.

Postas tais situações, o presente trabalho emerge com o fim de desenvolver módulo móvel para informar aos usuários de transporte público rodoviário quanto à localização, trajeto, previsões e pontos de embarque, implementado sobre a plataforma Android e integrado a um Sistema Inteligente de Transporte baseado nas tecnologias GPS e GPRS, prevendo ser tal aplicação um facilitador e parte da solução dos problemas que afligem este ramo de transporte.

### **1.2 Objetivos do Trabalho**

O objetivo deste trabalho é propor, desenvolver e integrar um módulo de um Sistema de Transporte Inteligente (STI) - definido como a fusão da evolução da computação com a tecnologia de informação e telecomunicação para o

gerenciamento em tempo real de veículos (SAYEG *et al.*, 2005). Desta forma, os usuários e empresas envolvidas nesta área, terão informação em tempo real sobre o contexto que se encontra a frota.

O sistema consistirá de cinco módulos:

- Módulo de Coleta – responsável por obter dados georeferenciais relacionados aos veículos como posição geográfica e velocidade.
- Módulo Gerente - responsável pela interligação dos outros quatro módulos.
- Módulo Web – responsável por exibir informações sobre a frota de veículos através de web sites para os usuários finais.
- Módulo Administrador – responsável pelo gerenciamento de todo o sistema. Somente os usuários com privilégios de administradores têm acesso a este módulo.
- Módulo Móvel – possui o mesmo papel do módulo web, porém o meio de informação utilizado por este são os dispositivos móveis.

A divisão do sistema em cinco módulos foi necessária em virtude da sua complexidade e abrangência. Vale registrar que a tarefa de desenvolver o sistema foi partilhada entre três alunos do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, tendo sido observada nesta divisão a preponderância do conhecimento de cada aluno das tecnologias empregadas em cada módulo.

O módulo gerente e web estão sendo pesquisados e desenvolvidos por Henrique Ribeiro Rezende (em fase de elaboração)<sup>1</sup>, o módulo coletor por

---

<sup>1</sup> Monografia de graduação a ser apresentada no Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras em novembro 2010.

Emerson de Castro (em fase de elaboração)<sup>2</sup> e o módulo móvel é o objeto deste trabalho.

O propósito do módulo móvel é levar aos usuários de transporte público informações como posição geográfica dos veículos, trajetos a serem percorridos, localização de pontos de embarque, previsões de embarque e duração dos percursos a serem consultados através de um aplicativo desenvolvido para dispositivos móveis.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho possui cinco capítulos além deste, nas linhas seguintes cada um deles são descritos brevemente.

O capítulo 2 (Referencial Teórico) apresenta o estado da arte referente ao Sistema de Transporte Público, aos dispositivos móveis, a Plataforma Android e a Arquitetura em Camadas.

O capítulo 3 (Sistema Geral) apresenta o Sistema Geral ao qual o módulo móvel foi integrado através de diagramas de sua arquitetura e descrição de cada um de seus módulos, incluso módulo móvel.

O capítulo 4 (Metodologia) classifica a pesquisa realizada neste trabalho e descreve as ferramentas utilizadas e decisões de projetos do módulo móvel.

O capítulo 5 (Resultados) apresenta os resultados obtidos com o módulo móvel através de imagens e descrição das telas do mesmo e descreve como os testes foram realizados.

Por fim o capítulo 6 (Considerações Finais) descreve as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento deste trabalho e sugestões de trabalhos futuros.

---

<sup>2</sup> Monografia de graduação a ser apresentada no Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras em novembro 2010.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Sistema de Transporte Inteligente**

#### **2.1.1 Definição**

Sistema de Transporte Inteligente (STI) pode ser definido como a fusão da computação com a tecnologia de informação e telecomunicação para o gerenciamento em tempo real de veículos (SAYEG *et al.*, 2005).

Os sistemas inteligentes utilizam tecnologias de processamento de informação, comunicação, sensoriamento, navegação e tecnologia de controle aplicados à melhoria do gerenciamento e operação dos sistemas de transportes, à melhoria da eficiência no uso das vias, à melhoria da segurança viária, ao aumento da mobilidade, à redução dos custos sociais, através de redução de tempos de espera e tempos perdidos, e dos impactos ambientais (KANNINEN, 1996; RIBEIRO, 1996). Em poucas palavras, os STI provêm um meio inteligente de interação dos usuários com os serviços de transporte.

#### **2.1.2 Categorias**

Com a evolução e o desenvolvimento dos STI, novas aplicações nesta área surgiram se impondo o agrupamento das mesmas em distintas categorias.

Segundo Shibata (1999), tais aplicações podem ser classificadas através de cinco subsistemas, a seguir identificados:

- Sistemas Avançados de Gestão de Tráfego (SAGT);
- Sistemas Avançados de Informação para Viajantes (SAIV);
- Sistemas Avançados de Transportes Públicos (SATP);
- Sistemas de Operação de Veículos Comerciais (SOVC);
- Sistemas Avançados de Controle de Veículos (SACV);

### **2.1.2.1 Sistemas Avançados de Gestão de Tráfego (SAGT)**

Figueiredo (2005) explica que os Sistemas Avançados de Gestão de Tráfego são uma das principais categorias dos STI. O objetivo destes é garantir que a capacidade da rede de vias rodoviárias seja utilizada ao máximo, melhorando as condições de tráfego, contribuindo para a qualidade dos serviços de transporte, assim buscando a otimização do sistema viário. Para a concretização deste faz-se necessário entre outras medidas a combinação de três serviços básicos: coordenação de semáforos e sistemas de cobrança eletrônica; controle do acesso às vias rápidas e auto-estradas; detecção e gestão de incidentes.

### **2.1.2.2 Sistemas Avançados de Informação para Viajantes (SAIV)**

Novamente, como definiu Figueiredo (2005), a principal característica dos Sistemas Avançados de Informação para Viajantes é prover aos usuários serviços de informação em tempo real sobre as condições de tráfego da rede de transportes.

Neste sistema os usuários tem acesso a informações relevantes para o planejamento do seu deslocamento. Desse modo influencia a tomada de decisão dos mesmos visando que façam uso das estradas de maneira eficiente.

Alguns exemplos de informações fornecidas por esta categoria, de acordo com Piarc (2000), são informações antes e durante a viagem e serviços de informações pessoais como planejamento de rotas e apoio à navegação. Estas podem ser exibidas através de variados meios de comunicação, como por exemplo: *website*, celulares, *smartphones*, painéis eletrônicos instalados em pontos estratégicos, rádios, entre outros.

### 2.1.2.3 Sistemas Avançados de Transporte Público (SATP)

Figueiredo (2005) apresenta como Sistemas Avançados de Transporte Público aqueles que aplicam recentes tecnologias para a operação de veículos de transporte em massa. Estes utilizam tecnologias SAGT e SAIV para a melhor performance do transporte público, provendo acesso aos usuários às informações sobre trajetos e horários, além de permitir a exibição em tempo real sobre o contexto que se encontra os veículos. Desta forma os usuários ficam a parte de atrasos e contra-tempos ocorridos.

As informações podem ser exibidas aos usuários de transporte público através de seus próprios celulares, *smartphones*, computadores que detenham acesso a internet e painéis eletrônicos instalados nos pontos de embarque e nos próprios veículos.

As aplicações desta categoria foram descritas por Piarc (2005), sendo elas: gestão de transporte público, gestão da procura/resposta de transportes e gestão partilhada de transportes.

### 2.1.2.4 Sistemas de Operação de Veículos Comerciais (SOVC)

Figueiredo (2005) definiu os Sistemas de Operação de Veículos Comerciais como a junção de várias tecnologias dos SIT que objetivam melhorar a segurança e a eficiência das operações realizadas pelas frotas dos veículos comerciais.

Este grupo de sistema é útil para as grandes e médias empresas comerciais de transporte, pois permitem a gestão da frota em tempo real.

A Figura 1 representa o esquema de um Centro para Gestão Comercial utilizando tecnologias GPS<sup>3</sup> e GPRS<sup>4</sup>, que permitem a localização e comunicação com os veículos, de forma a poupar tempo e dinheiro.

---

<sup>3</sup> Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global).

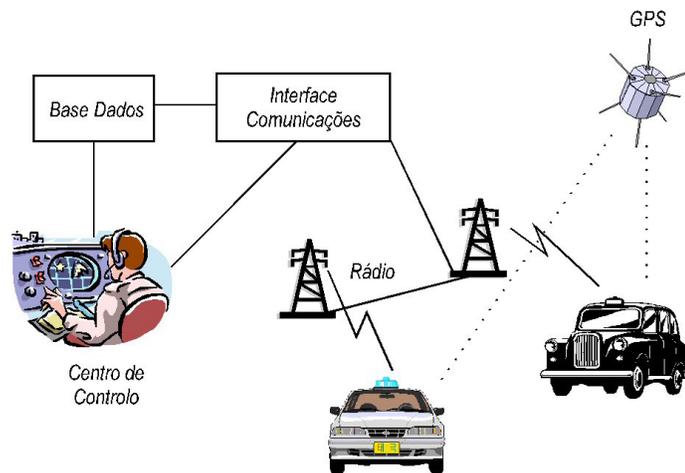


Figura 1 Centro de Gestões de Veículos Comerciais (FIGUEIREDO *et al.*, 2001)

### 2.1.2.5 Sistemas Avançados de Controle de Veículos (SACV)

Os Sistemas Avançados de Controle de Veículos combinam sensores, computadores e controladores, instalados nos veículos ou nas infra-estruturas das vias, para alertar e assistir os condutores na condução dos meios de transporte (SHLADOVER, 1995). Os SACV possuem como fim aumentar a segurança nas auto-estradas, diminuir seus congestionamentos e aumentar a eficiências das redes de estradas.

## 2.2 Dispositivos e Computação Móvel

Computação Móvel pode ser definida como o acesso a informação e a serviços de livre mobilidade independente de um ponto fixo provedor, sendo

---

<sup>4</sup> *General Packet Radio Service.*

possível através das tecnologias de comunicações sem fio como o WiFi<sup>5</sup>, *Bluetooth*<sup>6</sup> e as utilizadas nas redes da telefonia celular.

Há alguns anos atrás os dispositivos móveis se resumiam a celulares e *laptops* com baixo poder computacional e comunicação digital relativamente lenta. Nos dias de hoje além destes, temos ainda outros dispositivos como *smartphones*, consoles e televisões portáteis, *netbooks* e *tablets*<sup>7</sup>. A explicação para este crescimento rápido é dada pela sua principal característica, mobilidade e facilidade de acesso a dados e informações a qualquer hora e lugar. O que antes era uma opção se tornou necessidade nos dias atuais.

Com o surgimento desse novo nicho de dispositivos móveis, surgiu também um novo conjunto de aplicações e soluções, um exemplo são os serviços baseados em localização<sup>8</sup>.

A Figura 2 exibe um cenário de computação móvel.

---

<sup>5</sup> Padrões de comunicação sem fio desenvolvido e descrito pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*).

<sup>6</sup> Tecnologia baseada em comunicação por frequência de rádio de curto alcance, independente de custos para tráfego de dados e com baixo custo de energia. (HAARTSEN, Ericsson; 2000).

<sup>7</sup> Computador em forma de prancheta, sem teclado e com tela sensível ao toque.

<sup>8</sup> Serviço de entretenimento e informação acessível através de dispositivos móveis que utilizam redes sem fio e a posição geográfica do dispositivo (STEINIGER *et al.*, 2006).

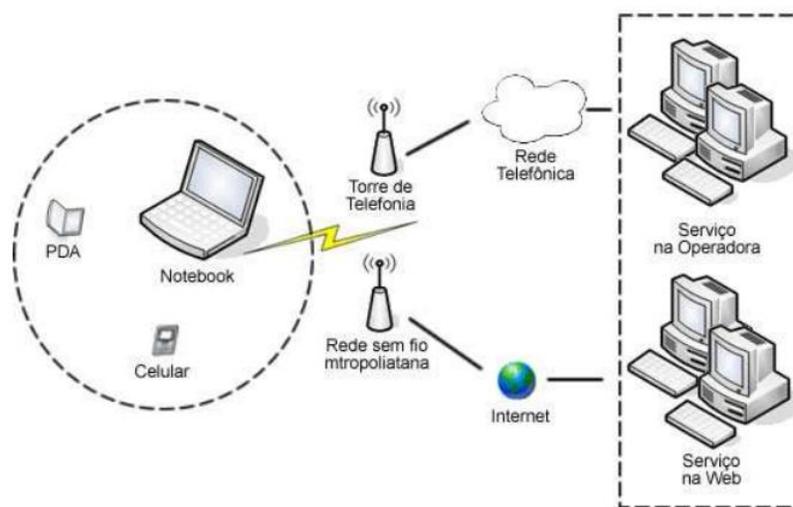


Figura 2 Cenário de Computação Móvel (JOHSON, 2007)

## 2.3 Plataforma Android

### 2.3.1 Introdução

Inicialmente é necessário esclarecer os equívocos em relação a plataforma Android por se tratar de uma recente tecnologia presente no mercado de dispositivos móveis que começa a ser difundida.

Vale registrar que Android não é uma linguagem de programação. A linguagem utilizada para desenvolver aplicações na plataforma é o Java<sup>9</sup>. Android também não é um dispositivo móvel como é citado muitas vezes, dispositivos móveis como o GPhone possuem tal plataforma. Android não é um sistema operacional e sim possui um. Cuccaro (2007) define Android como

<sup>9</sup> Linguagem de programação orientada a objeto.

“uma pilha de softwares para dispositivos móveis que incluem um sistema operacional, *middleware*<sup>10</sup> e aplicações”.

A plataforma Android foi desenvolvida para a área de telefonia móvel com o objetivo de alcançar o mercado de dispositivos inteligentes e competir com o com dispositivo desenvolvido pela Apple, o iPhone, porém plataforma Android suporta uma variedade mais ampla de serviços computacionais, o que faz com que esta tenha potencial suficiente para entrar e competir em outros mercados além da telefonia móvel.

### 2.3.2 História

De acordo com Cuccaro (2007) a plataforma Android é produto do *Open Handset Alliance*, criado em cinco de novembro de 2007 liderada pelo Google. Na época esta organização era formada por aproximadamente 34 organizações sendo estas operadoras de telefonia móvel, fabricantes de componentes e aparelhos portáteis, entre outros. Android foi construído com o objetivo de ser a primeira plataforma livre e aberta para dispositivos móveis.

O primeiro dispositivo com Android foi o G1 da HTC, lançado no dia 22 de outubro de 2008. Desde o lançamento do mesmo, os celulares e *smartphones* com esta plataforma vêm aumentando cada vez mais. De acordo com Hamblen (2009), em 2009 Android representava dois por cento do mercado de *smartphones*, tendo previsão de 700% de crescimento até 2012. Além disso, este já está presente nos Estados Unidos em *netbooks* de baixo custo e protótipos de televisões.

---

<sup>10</sup> Software que conecta componentes de software.

### 2.3.3 Pilha de Software

A plataforma Android possui arquitetura em camadas baseada no kernel Linux. Os aplicativos são escritos e armazenados na linguagem Java, sendo executados em uma máquina virtual (MV).

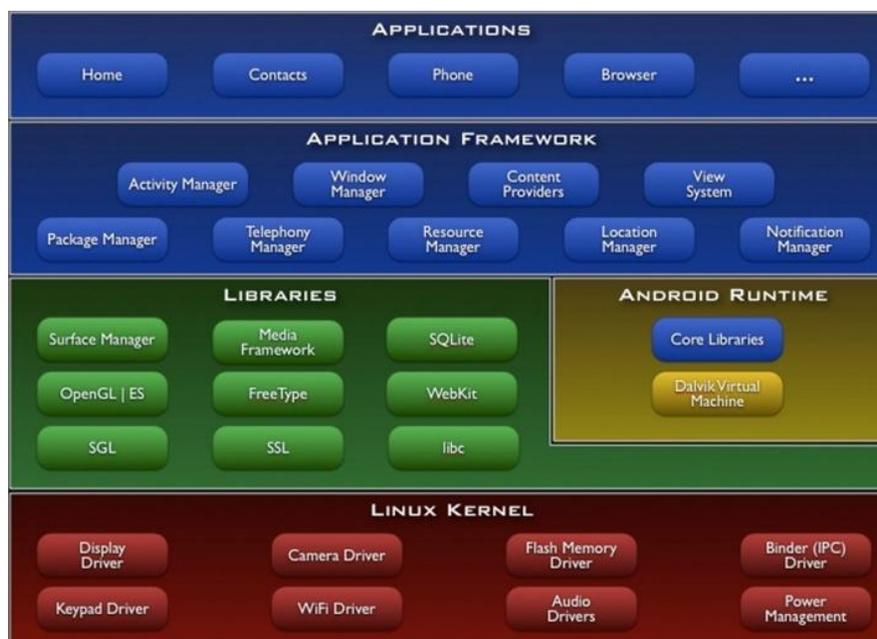


Figura 3 Arquitetura Android (ANDROID DEVELOPER, 2010)

A Figura 3 mostra as cinco camadas que formam a plataforma Android, estando elas descritas abaixo de acordo com Android Developer (2010).

**Applications:** é a camada mais alta da pilha de software, nela se inclui todas as aplicações do dispositivo como cliente de *email*, *browser*, calendários e aplicativos desenvolvidos por terceiros.

**Application Framework:** essa camada expõe aos desenvolvedores os recursos das bibliotecas da camada de baixo, tornando possível tirar vantagens do hardware do dispositivo, acessar informações locais, executar serviços em *background* e muito mais.

**Libraries:** essa camada é um conjunto de bibliotecas C/C++ usados por vários componentes do Android. Algumas dessas bibliotecas são as *3D libraries*, *FreeType* e *SQLite*, sendo a primeira responsável por otimizar operações 3D, a segunda por renderizar *bitmaps* e vetores e a última por persistir dados relacionais.

**Android Runtime:** inclui o núcleo das bibliotecas que provê a maioria das funções da linguagem Java, incluindo a máquina virtual.

**Linux kernel:** é a camada mais baixa da arquitetura, o Kernel do sistema. Este foi baseado na versão 2.6 do Linux para os serviços de segurança, gerenciamento de memória, gerenciamento de processos, pilha de rede e modelo de *driver*.

#### 2.3.4 Dalvik Virtual Machine

Como mencionado anteriormente, os aplicativos Android são escritos na linguagem Java e são executados por uma máquina virtual (MV), porém é importante observar que a MV do Android não é uma Java Virtual Machine (JVM), mas uma *Dalvik Virtual Machine* (DVM).

Ableson (2009) disse que a DVM foi projetada e desenvolvida por Dan Bornstein com contribuições de engenheiros do Google visando otimizar o uso dos recursos de memória e permitir a execução de múltiplas instâncias da MV concorrentemente. Dessa forma, cada aplicação Android é executada em um único processo Linux, sendo que cada processo possui uma instância da DVM, ou seja, o código de execução de cada aplicação é isolado dos códigos das outras aplicações, ver Figura 4.

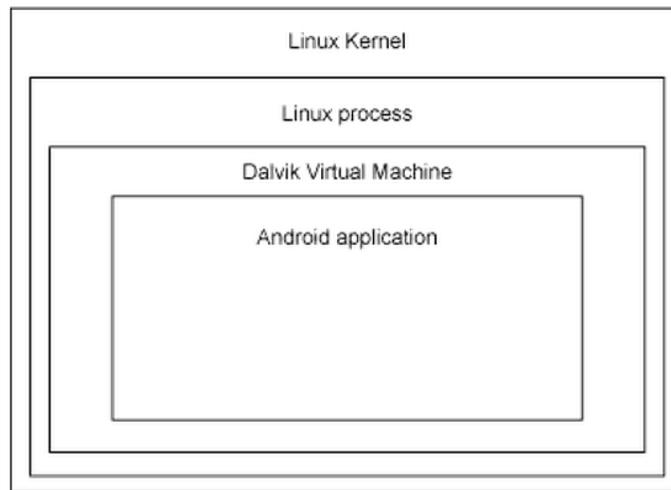


Figura 4 *Dalvik Virtual Machine* (ABLESON, 2009)

### 2.3.5 Anatomia de um Aplicativo

De acordo com Cuccaro (2007) uma aplicação Android pode usar elementos de outras aplicações desde que a aplicação solicitada permita. Devido este propósito, as aplicações necessitam estar aptas a iniciar em qualquer trecho que forem requisitadas, o que só foi possível em virtude dos quatro componentes descritos a seguir.

**Activities** (Atividades) formam a camada de apresentação: cada *Activity* representa uma tela, sendo que cada uma é implementada como uma classe que estende o componente *Activity*. Dessa forma, a troca de uma tela para outra se dá pela instância e execução de outra classe que estende *Activity*, o que provoca a pausa e empilhamento da tela anterior, tornando possível a navegação nas telas anteriores.

**Services** (Serviços) são tarefas realizadas por uma aplicação em segundo plano (*background*). Este componente é usado em tarefas que necessitam continuar seu processamento mesmo quando nenhuma *Activity* está ativada ou

visível. Um típico exemplo que utiliza este componente são os tocadores de músicas.

**Broadcast Receivers** (Receptores de Transmissão) permite a reação de aplicações perante eventos externos, normalmente gerados pelo Kernel. Quando uma reação é acionada por um evento, um *Broadcast Receiver* irá automaticamente executar o componente de aplicação que melhor se relaciona com o *Intent Filter* (Filtro de Conteúdo).

**Content Providers** (Provedores de Conteúdo) formam um conjunto de dados compartilhados entre aplicações, isto significa que é possível uma aplicação acessar informações de outras aplicações, desde que as últimas tenham usado um *Content Providers* para expor seus dados. Dispositivos Androids possuem alguns *Content Providers* nativos como o banco de dados que contém os contatos do dispositivo.

Vale observar que uma aplicação Android não é necessariamente constituída por todos os quatro componentes acima descritos, mas sim pela combinação deles.

Os dois componentes descritos abaixo não fazem parte dos quatro componentes principais de uma aplicação Android, porém são essenciais para o seu funcionamento.

**Intents** (Objetivo) são simples mensagens de transição que fornecem um meio de vinculação entre os componentes de uma mesma ou diferentes aplicações. O objeto *Intent* possui uma estrutura de dados e a descrição de uma operação que será realizada no caso de broadcasts. *Intents* são divididos em dois grupos:

*Explicit Intents* (Objetivo Explícito) designa o componente alvo através de seu nome. Como normalmente só se conhece o nome de um componente dentro de uma mesma aplicação, este grupo de *intent* não é usado entre duas aplicações.

*Implicit Intents* (Objetivo Implícito) ao contrário do *Explicit Intent* este não nomeia o componente alvo, mas utilizam de mensagens em *broadcast* para ativar componentes de outras aplicações. Neste caso o sistema deve achar o componente que melhor se adéqua a este *intent*.

*Intent Filters* (Filtro de Objetivo) declara a capacidade de um componente (*activity*, *service* e *broadcast*) em manipular *intents*. Se um componente não declara um *Intent Filter* ele só pode receber *explicit intents*, enquanto que um componente que declara um *Intent Filter* pode receber ambos.

## 2.4 Arquitetura em Camadas

A técnica de quebrar um software em camadas é uma das mais comuns e intuitivas técnicas usadas pelos *designers* de software. Protocolos de comunicação em rede de computadores são exemplos conhecidos da área de Ciência da Computação do uso desta técnica, um destes protocolos é o TCP (Protocolo de Controle de Transmissão). Ele é dividido em sete camadas, aplicação, apresentação, sessão, transporte, rede, enlace e meio físico. Cada uma delas fornece um serviço para a camada de cima ou de baixo dependendo da direção da mensagem, ou cada uma delas realiza uma subtarefa da aplicação.

Como disse Buschmann *et al.* (1996), em sua publicação “*Pattern-Oriented Software Architecture: A System Of Patterns*”, o padrão de arquitetura em camadas ajuda a estruturar aplicações que podem ser decompostas em grupos de subtarefas no qual cada grupo de subtarefa esta em um nível de abstração.

### 2.4.1 Benefícios e Malefícios

Fowler *et al.*(2002) *et al.* descreveu os benefícios trazidos pelo uso da arquitetura em camadas em seu livro *Patterns of Enterprise Application Architecture*, são eles:

- “O aprendizado do sistema é facilitado já que o entendimento pode ser feito com abstrações das outras camadas.”
- “Uma camada pode ser substituída por implementação alternativa daquele mesmo serviço sem grande impacto do sistema.”
- “Construída uma camada, ela pode ser usada por diferentes serviços.”

Fowler *et al.*(2002) descreveu também os malefícios em seu livro, são eles:

- “Camadas encapsulam certas informações bem, mas nem todas. Às vezes podem ocorrer mudanças em cascata.”
- “Camadas extras podem prejudicar o desempenho do sistema.”

### 2.4.2 Modelo Básico

A maior dificuldade do uso desta arquitetura é decidir quais serão as camadas do sistema e quais serão suas responsabilidades. Uma abordagem para esta tomada de decisão é partir do princípio das três camadas básicas (FOWLER, 2002) apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 Camadas Básicas. Fonte: Fowler *et al.*(2002)

| <b>Camada</b>  | <b>Responsabilidade</b>  |
|----------------|--|
| Apresentação   | Prover serviços, exibir informação (Janelas ou HTML, manipular requisição de usuário (click de mouse, teclas utilizadas), requisição HTTP, chamada de linha de comandos) |
| Domínio        | Lógica essencial do sistema  |
| Fonte de dados | Comunicação com banco de dados, mensagem de sistema, gerenciador de transações.  |

O objetivo da camada de apresentação é expor a camada de domínio ao usuário de modo interativo através de interfaces como linha de comando e telas sensíveis ao toque.

A camada de fonte de dados tem como objetivo prover meios de comunicação com outros sistemas que forneçam dados para o sistema principal, por exemplo um banco de dados.

Domínio, também conhecido como lógica de negócios, está relacionado com o real propósito da aplicação, isto é, o trabalho que a aplicação precisa realizar dentro do seu real domínio. Isso envolve cálculos matemáticos sobre dados recuperados do banco de dados e até mesmo validação de dados recebidos da camada de apresentação.

### **2.4.3 Outros Modelos**

No item anterior foi apresentada a arquitetura em camadas básica, porém esta abordagem não é única. Nas próximas linhas serão apresentadas outras abordagens específicas encontradas.

O primeiro modelo apresentado é o de Brown (2001) que comparado com o modelo básico possui duas camadas adicionais, controlador/mediador e mapeamento de dados.

O controlador/mediador atua como um intermediador entre a apresentação e o domínio, além de centralizar o processo de navegação de telas e fluxo da aplicação.

O mapeamento de dados atua como um intermediador entre o banco de dados e o domínio. Esta camada separa os objetos da memória dos objetos do banco de dados. Seu papel é transferir dados entre os dois.

A tabela 2 relaciona cada camada do modelo de Brow (2001) com o modelo básico. Nota-se na Tabela 2 que as camadas controlador/mediador e

mapeamento do domínio derivaram das camadas apresentação e fonte de dados respectivamente.

Tabela 2 Modelo em Camadas de Brown.

| <b>Brow</b>          | <b>Básico</b>  |
|----------------------|----------------|
| Apresentação         | Apresentação   |
| Controlador/Mediador | Apresentação   |
| Domínio              | Domínio        |
| Mapeamento de Dados  | Fonte de Dados |
| Banco de Dados       | Fonte de Dados |

O segundo modelo apresentado é o de Marinescu (2002) que possui cinco camadas. Comparado com modelo básico possui duas camadas adicionais, aplicação e serviços.

Como no modelo de Brown (2001), a camada de apresentação é dividida em duas, apresentação e aplicação. Apesar do nome da segunda camada ser diferente do modelo de Brown (2001), seu papel na arquitetura é a mesma.

A camada serviços surgiu da quebra da camada de domínio. O motivo desta quebra é baseado na separação do fluxo do trabalho lógico da lógica do domínio. A camada de serviço inclui lógica que é específica de um caso, enquanto que o domínio inclui lógicas genéricas.

A Tabela 3 apresenta o local da divisão das camadas básicas pelo modelo de Marinescu.

Tabela 3 Modelo em camadas de Marinescu.

| <b>Marinescu</b> | <b>Básico</b>  |
|------------------|----------------|
| Apresentação     | Apresentação   |
| Aplicação        | Apresentação   |
| Serviço          | Domínio        |
| Domínio          | Domínio        |
| Persistência     | Fonte de Dados |

### 3 SISTEMA GERAL

#### 3.1 Introdução

Como já dito na introdução deste trabalho, o sistema de coleta, análise e visualização de dados georeferenciais consiste no desenvolvimento e integração de cinco módulos, os quais proverão informatização em tempo real dos usuários do transporte público e gestão inteligente das frotas.

A Figura 5 oferece uma visão geral do fluxo de dados e informação do sistema. Através dela é possível ver como é feita a coleta de dados pelo módulo coletor localizado dentro de um veículo e como estes dados são enviados para o servidor. Percebe-se também a recuperação das informações pelos dispositivos móveis utilizando a internet através da rede de telefonia móvel.



Figura 5 Fluxo de Dados Geral

Nos tópicos seguintes, cada módulo será detalhado e discutido de tal forma que o sistema e sua arquitetura fique mais clara.

#### 3.2 Arquitetura

Como a plataforma proposta possui um escopo extenso, foi necessária a divisão dos módulos em três camadas, apresentação, domínio e fonte de dados, sendo que cada camada possui um ou mais módulos.

A camada de apresentação possui a característica de consumir os serviços fornecidos pela camada de gerência. Esta camada foi denominada de camada de apresentação devida à característica de interação com diferentes tipos de usuários dos quatro módulos pertencentes a esta camada, com exceção do módulo coletor que por enquanto não possui nenhuma interface de interação, mas no futuro poderá interagir.

A camada de domínio é constituída somente pelo módulo gerente e é responsável por receber as requisições da camada de usuário, recuperar dados no banco de dados, processá-los se necessário, e retorna uma resposta a camada de usuário.

A camada de fonte dados é constituída pelo banco de dados geográfico PostGis<sup>11</sup>.

A troca de mensagens entre as camadas ocorre somente na vertical, ou seja, os módulos pertencentes à camada de usuário não possuem comunicação direta um com o outro.

A Figura 6 nos mostra as três camadas definidas acima e como elas se relacionam.

---

<sup>11</sup> Extensão espacial do sistema gerenciador de banco de dados objeto relacional PostGresSql.

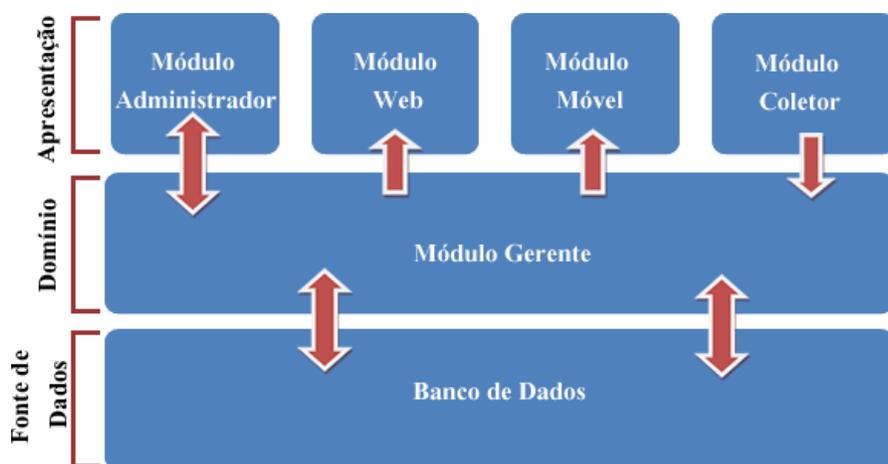


Figura 6 Arquitetura em Camadas do Sistema

Os cinco módulos pertencentes às duas primeiras camadas serão descritos detalhadamente nos seguintes tópicos.

### 3.2.1 Módulo Gerente

O módulo gerente é o centro de toda a plataforma, já que todas as requisições realizadas pelos outros módulos são recebidas e respondidas por ele.

É fácil perceber que este módulo possui papel fundamental no sistema e que o processamento realizado pelo mesmo será alto. Devido estes fatos, Henrique Ribeiro Rezende (em fase de elaboração) esta procurando modelar e desenvolver este módulo de forma a minimizar o acesso ao banco de dados maximizando sua performance.

As tarefas delegadas ao módulo gerente estão listadas abaixo.

- Receber dados do módulo coletor e armazená-los em um banco de dados geográfico.
- Corrigir os dados geográficos enviados pelo módulo coletor.
- Fornecer as informações requisitadas pelos módulos web e móvel no formato XML.

- Persistir e recuperar dados requisitados pelo módulo administrador.

### 3.2.2 Módulo Web, Móvel e Administrador

Estes três módulos estão localizados na camada de apresentação devido à característica de interface de usuário encontrada em ambos. Porém os usuários do módulo administrador são diferentes dos usuários do módulo web e móvel, já que os usuários do primeiro são do tipo administradores do sistema e possuem privilégios que os usuários do módulo web e móvel não possuem.

A Figura 7 nos mostra as duas interseções que ocorrem entre estes três módulos. A primeira interseção ocorre entre o módulo web e o módulo móvel devido a igualdade das informações apresentadas por eles. A segunda interseção ocorre entre o módulo web e o módulo administrador que possuem o mesmo meio de interação com seus usuários, *browser*.

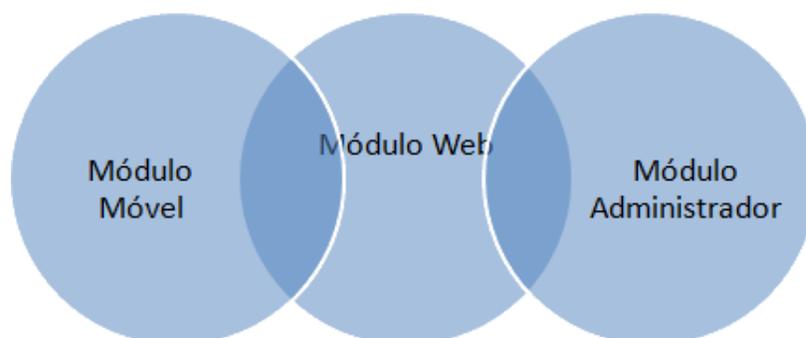


Figura 7 Diagrama de interseção dos módulos de usuários.

As tarefas delegadas ao módulo administrador são:

- Cadastro, deleção e atualização de dados de todo o sistema como veículos, rotas, pontos de ônibus e usuários.
- Geração de relatórios referentes aos veículos como gasto de combustível, tempo médio de viagem e atrasos.

- Visualização e informação em tempo real de toda a frota da empresa.
- Alertas de acontecimentos inesperados como veículo fora de rota e atrasos não previstos.

As tarefas delegadas aos módulos web e móvel são semelhantes, por isso estão listadas em uma mesma lista.

- Visualização dos pontos de ônibus e rotas.
- Visualização da posição geográfica dos veículos em tempo real.
- Previsão de embarque e tempo de viagem.

### **3.2.3 Módulo Coletor**

Diferente dos outros quatro módulos, o módulo coletor é um dispositivo físico que consiste basicamente de um módulo GPS e um comunicador GPRS,

O módulo coletor é responsável por coletar dados referentes ao veículo e transmiti-los de maneira confiável ao módulo gerenciador, o qual se responsabiliza por persistir os dados.

A Figura 8 exemplifica a realização da tarefa feita pelo módulo coletor. Note-se nas figuras 6 e 9 que o fluxo de dados é de somente uma via, do veículo para o servidor (módulo gerenciador). O módulo coletor é quem realiza as conexões com o servidor e envia os dados geográficos do veículo.



Figura 8 Arquitetura do Módulo Coletor

### 3.3 Classificação dos Módulos

O sistema apresentado se enquadra em duas das cinco categorias de um STI (Sistema de Transporte Inteligente) definidas por Shibata (1999), estando estas relacionadas aos módulos conforme se segue:

- Os módulos móvel e web se enquadram no grupo dos SATP (Sistemas Avançados de Transporte Público) tendo em vista a característica de prover acesso as informações como trajetos e horários ao usuário final.
- O módulo administrador se enquadra no grupo dos SOVC (Sistemas de Operação de Veículos Comerciais) em virtude da característica de gestão de frotas por parte das empresas envolvidas.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Classificação da pesquisa**

O objetivo geral da pesquisa realizada pode ser classificado como exploratório, já que o fim foi obter maior familiaridade com o problema, o que torna possível a construção de uma hipótese.

Em relação à natureza da pesquisa, este trabalho poder ser classificado como tecnológico, uma vez que o desenvolvimento visa à criação de um produto, no caso em tela o módulo móvel. Conforme Jung (2004), a pesquisa tecnológica utiliza conhecimentos básicos, tecnologias existentes, conhecimentos tecnológicos e objetiva a criação de um novo produto ou processo.

### **4.2 Procedimento**

O desenvolvimento deste trabalho ocorreu no primeiro e segundo semestre do ano de 2010 no laboratório LICESA (Laboratório de Inteligência Computacional e Sistemas Avançados) situado no Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras com o acompanhamento técnico de orientador e de co-orientadora.

A metodologia deste trabalho foi estruturada em seis etapas, quais sejam: estudo do sistema geral; modelagem do sistema geral; modelagem da forma de comunicação entre os módulos; estudo da plataforma Android; modelagem do módulo móvel; desenvolvimento do módulo.

### **4.3 Ferramentas Utilizadas**

As ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do módulo móvel foram o Eclipse Galileo versão 3.5.2 e Android SDK (*Software Development*

*Kit*) versão 0.9.6, podendo ser encontrados nos seguintes links respectivamente <http://www.eclipse.org/> e <http://developer.android.com/>.

#### 4.4 Definições e Decisões de Projeto

Como já apresentado nos capítulos anteriores o Módulo Móvel tem como objetivo prover informações aos usuários do transporte público independente do local em que estejam sendo esta a característica principal da aplicação.

Este capítulo mostrará os casos de uso, decisões de projetos e arquitetura definidos para o módulo móvel.

##### 4.4.1 Modelo Cliente/Servidor

O uso do modelo cliente/servidor para o módulo móvel foi inevitável, já que todas as informações necessárias para a informação do usuário do transporte público se encontram em um banco de dados não local. Como somente o módulo gerente possui acesso a este banco, a comunicação do módulo móvel com o banco de dados é intermediada pelo módulo gerente.

A comunicação entre o cliente (módulo móvel) e o servidor (módulo gerente) é feita através do protocolo HTTP<sup>12</sup> utilizando o formato XML<sup>13</sup> de modo a trazer independência e desacoplamento. No lado cliente é criada uma *thread* dedicada a realizar a conexão. Desse modo a interação do usuário com o aplicativo não é interrompida enquanto a conexão está aberta, conforme Figura 9.

A Figura 10 mostra o fluxo de dados entre estes dois módulos e os meios físicos de comunicação utilizados.

---

<sup>12</sup> Protocolo de comunicação.

<sup>13</sup> Linguagem de marcação de dados.

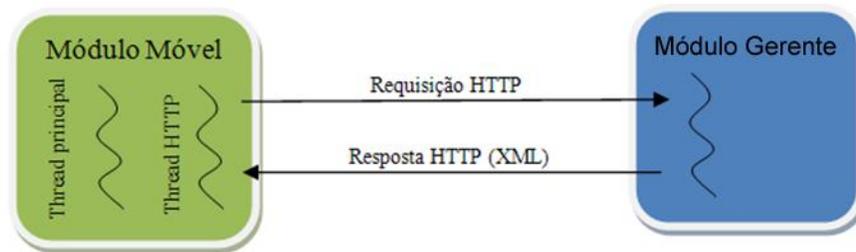


Figura 9 Modelo cliente/servidor

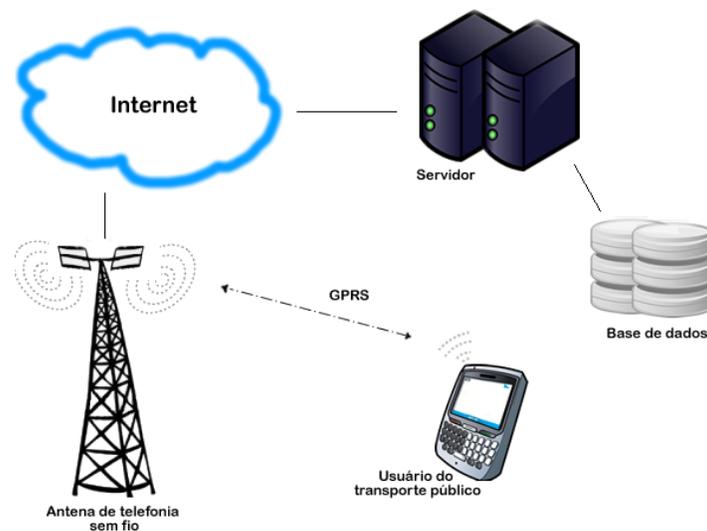


Figura 10 Fluxo de dados entre módulo móvel e web

#### 4.4.2 Diagrama de Caso de Uso

Segundo Furlan (1998), o diagrama de caso de uso é uma técnica para descrever a funcionalidade de um sistema através de atores externos interagindo com os casos de uso. Atores representam um papel e iniciam o caso de uso, que por sua vez, deve devolver um valor tangível ao ator. Atores e casos de uso

estão conectados através de associações e podem ter relacionamentos de generalização que descreva o comportamento comum.

Conforme Furlan (1998), a especificação do caso de uso possui informação acerca de cada relacionamento, incluindo o número de caso de uso, quem inicia a ação, nome do caso de uso e sua descrição.

A Tabela 4 indica as especificações dos casos de uso.

Tabela 4 Especificações de caso de uso do sistema

| <b>Nº</b> | <b>Caso de uso</b>          | <b>Quem inicia a ação</b> | <b>Descrição do caso de uso</b>   |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|---|
| 1         | Visualiza rota.             | Usuário                   | Permite o usuário escolher uma rota e visualizá-la.   |
| 2         | Visualiza pontos de ônibus. | Usuário                   | Permite ao usuário selecionar um ponto de ônibus e obter detalhes sobre o mesmo.  |
| 3         | Previsão de embarque.       | Usuário                   | Ao selecionar uma rota e um ponto de ônibus é possível visualizar o tempo de embarque dos quatro primeiros veículos daquela rota naquele ponto. |
| 4         | Monitorar ônibus            | Aplicação                 | Os ônibus são exibidos no mapa logo que a tela é carregada.   |

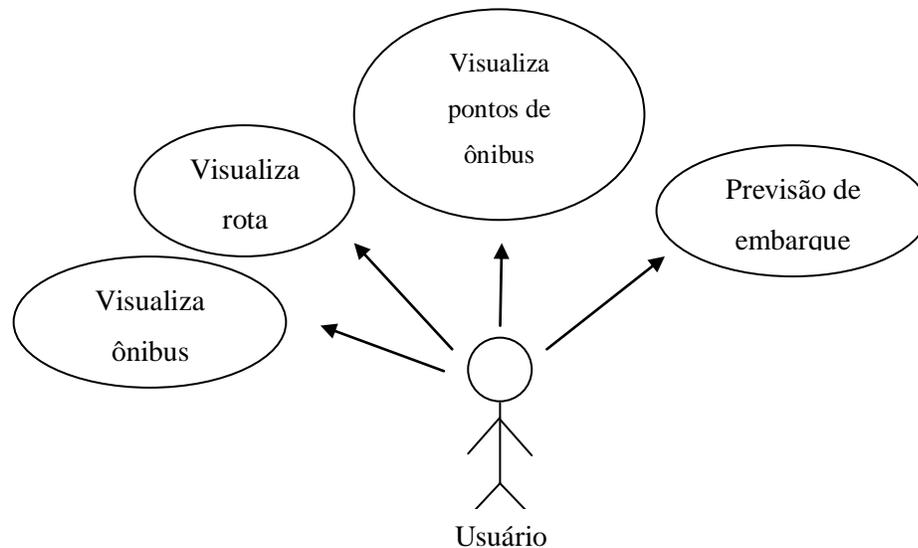


Figura 11 Diagrama de Caso de Uso

O módulo móvel é um aplicativo com o objetivo de informatizar seus usuários a respeito do contexto que se encontra o transporte urbano, ou seja, não há nenhum outro ator neste aplicativo a não ser o usuário, conforme a Figura 11.

#### 4.4.3 Arquitetura em Camadas

Dentre os três modelos de camadas vistos no referencial teórico, o que melhor se adaptou as necessidades do módulo móvel foi o descrito por Marinescu (2002) com duas adaptações feitas.

A escolha deste modelo ocorreu devido às definições e responsabilidades das camadas de apresentação e aplicação que se equivalem as duas camadas de visualização de um aplicativo Android. Na Figura 12 a visualização desta característica é facilitada onde a camada de apresentação é constituída por arquivos XML's, que definem o *layout* das telas e a camada de aplicação que é constituída por classes que estendem o componente Activity do Android.

A primeira modificação realizada se deve ao fato do módulo móvel não possuir uma camada de persistência de dados e sim uma camada de acesso a dados através de conexões HTTP. Em virtude disso a camada nomeada de persistência por Marinescu (2002) foi nomeada de fonte de dados como apresentado na tabela 5.

A segunda modificação efetuada foi a criação de mais uma camada entre o serviço e a aplicação, nomeada de tarefa. O papel desta camada é consumir os serviços em threads diferentes da thread que controla a interface. Dessa forma a interação do usuário com o módulo não é bloqueado quando a aplicação está baixando os dados para visualização.

A Tabela 5 abaixo faz a comparação da arquitetura usada no módulo com a arquitetura original de Marinescu (2002).

Tabela 5 Arquitetura em camadas do Módulo Móvel

| <b>Módulo Móvel</b> | <b>Marinescu (2002)</b> |
|---------------------|-------------------------|
| Apresentação        | Apresentação            |
| Aplicação           | Aplicação               |
| Tarefa              | Aplicação               |
| Serviço             | Serviço                 |
| Domínio             | Domínio                 |
| Fonte de Dados      | Persistência            |



## 5 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados as quatro telas do módulo móvel, suas funcionalidades e testes realizados.

### 5.1 Telas

#### 5.1.1 Tela Inicial

A Figura 13 nos mostra a tela inicial do módulo que é constituído basicamente de três botões: Entrar, Configurar e Sair. Ao clicar no botão Entrar a tela do mapa (Figura 15) será exibida. Clicando em Configurar, a tela de configuração (Figura 14) será exibida. Clicado em Sair, o aplicativo será finalizado.



Figura 13 Tela Inicial

### 5.1.2 Tela de Configuração

A Figura 14 nos mostra a tela de configuração do módulo móvel. Esta tela oferece modos de visualização dos veículos e dos pontos de embarques exibidos no mapa da cidade. De modo geral esta tela permite ao usuário selecionar a visualização de todos os pontos de embarques ou de nenhum, bem como de todos os veículos, alguns ou nenhum.

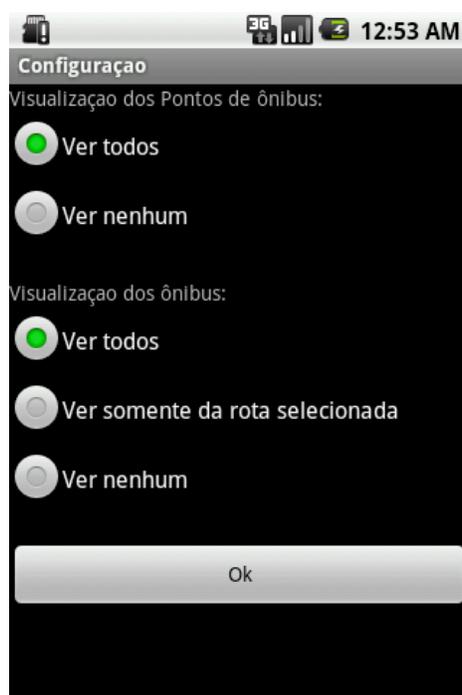


Figura 14 Tela de Configuração

### 5.1.3 Tela do Mapa

A Figura 15 nos mostra a principal tela do módulo móvel, o mapa da cidade. Esta tela é formada pelo mapa da cidade, pontos de embarques, rotas e veículos.

Nota-se que é possível através do componente localizado no topo da tela (Spinner<sup>14</sup>), selecionar uma rota, esta qual é desenhada em seguida. Além disso, os veículos se movem no mapa de acordo com que eles se movem no mundo real.

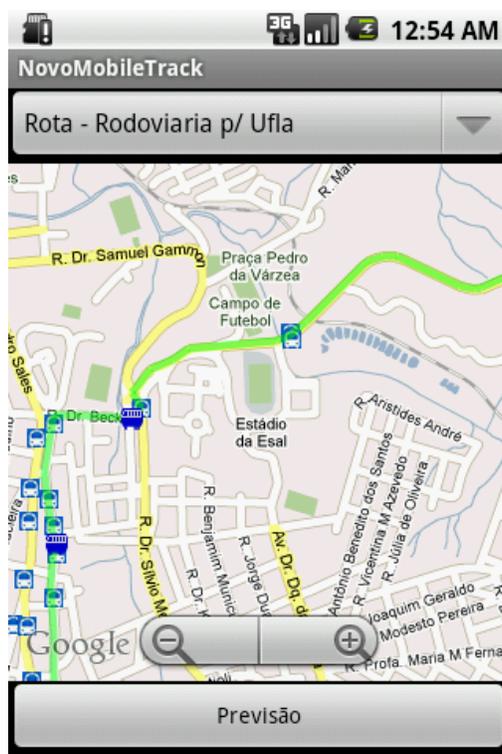


Figura 15 Tela do Mapa

#### 5.1.4 Tela de Previsão

A Figura 16 nos mostra a última tela do módulo móvel. Esta tela é responsável por exibir ao usuário a previsão de chegada dos quatro primeiro veículos pertencentes ao ponto de embarque e a rota selecionada nos Spinners.

---

<sup>14</sup> Componente de tela do Android que permite o usuário selecionar uma opção dentre várias pertencentes a uma lista.

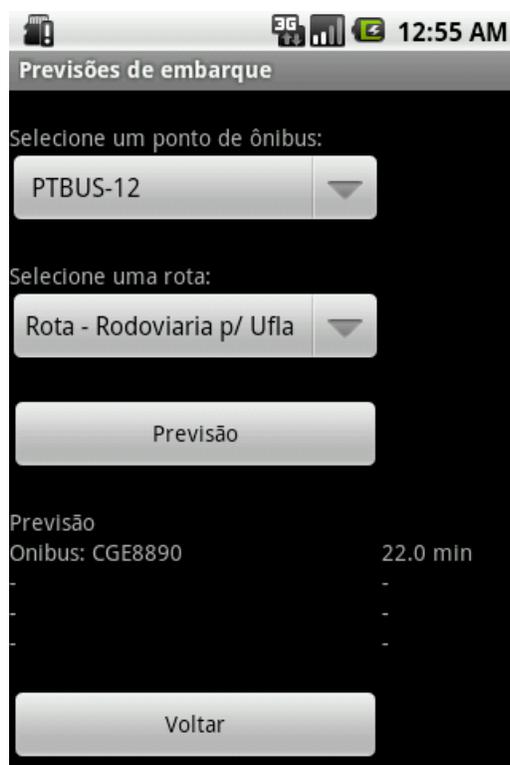


Figura 16 Tela Previsão

## 5.2 Testes

O módulo móvel foi desenvolvido utilizando o Eclipse Galileo 3.5.2 e Android SDK 0.9.6 como já descrito na metodologia deste trabalho. Porém é importante ressaltar também que este não foi testado em dispositivo real, mas sim em um emulador. A plataforma do dispositivo virtual foi configurada para ser a versão 1.5 do Android com adicional da API do Google para utilização de mapas.

Os testes realizados foram feitos no dispositivo virtual descrito acima e guiados pelos casos de uso descritos na metodologia. Através destes foi possível averiguar que os quatro casos de usos foram alcançados, sendo importante

ressaltar que não foram feitos testes de usabilidade de interface, mas somente de funcionalidades.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O módulo móvel foi desenvolvido por completo, atendendo o que se esperava quando feito os casos de usos do mesmo, visualização de rotas, visualização dos pontos de embarques e suas informações, monitoramento dos veículos e previsão de embarque.

Devido à falta de dados reais, o módulo móvel teve suas funcionalidades testadas através de simulações, o que não permitiu a validação real das suas funcionalidades. As funcionalidades mais afetadas por esse fato foi à monitoração dos veículos e de suas previsões de embarque devido a total dependência de dados reais para comparação.

### **6.1 Dificuldades Encontradas**

Como já era de se esperar o módulo móvel sofreu várias mudanças durante o seu processo de modelagem e implementação, o qual não ocorreu somente no módulo móvel, mas também no módulo coletor e no módulo gerente. Porém enquanto os outros módulos sofriam mudanças devido à natureza das soluções antes escolhidas para os próprios, o módulo móvel sofreu mudanças tanto pela suas soluções escolhidas quanto pela modificação das soluções dos outros dois módulos, já que o módulo móvel é totalmente dependente do módulo coletor e do módulo gerente.

As mudanças durante o processo de modelagem e implementação foram importantes para o amadurecimento da idéia e para o resultado que obtemos.

### **6.2 Trabalhos Futuros**

Novos recursos e funcionalidades que podem ser desenvolvidos para o módulo móvel estão listados abaixo.

- Criação e sincronização de um banco de dados local com o banco de dados remoto.
- Agendamento de embarque com um despertador de aviso.

## 7 BIBLIOGRAFIA

ABLESON, F. **Introdução ao Desenvolvimento do Android**. Disponível em: <http://www.ibm.com/developerworks/br/library/os-android-devel>. Consultado em: 08/06/2010.

BROWN, K., CRAIG, G., HESTER, G., NISWONGER, J., PITT, D. Stinehour, R. **Enterprise Java Programming with IBM Websphere**. Addison-Wesley, 2001.

BUSCHMANN, F. R., MEUNIER, H. Rohnert, P. SOMMERLAD, and M., STAL. **Pattern Oriented Software Architecture: A System Of Patterns**. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd., 1996

CUCCARO, V. D. **Developing Google Android Mobile Clients for Web Services: a Case Study**. Faculdade de Engenharia Curso de Studi in Engenharia Informatica, 2007

DEVELOPER ANDROID. **What is Android**. Disponível em: <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>. Consultado em 08/06/2010.

FIGUEIREDO, L. M. B. **Sistemas Inteligentes de Transporte**. Porto, Dissertação submetida à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para obtenção do grau de Doutor. 2005.

FURLAN, José Daví **Modelagem de Objetos através da UML**. *Análise e desenho orientados a objeto*, Makron Books, 1998.

FOWLER, M., RICE, D., FOEMMEL, M., HEATT E., MEE, R., STAFFORD, R. **Patterns of Enterprise Application Architecture**. New York: Addison Wesley, 2002.

HAARTSEN, J. C., Ericsson B.V. **The Bluetooth Radio System, IEEE Personal Communications**. p. 28-36, 2000.

HAMBLIN, M. **Android to grab No. 2 spot by 2012, says Gartner**. Disponível em: [http://www.computerworld.com/s/article/9139026/Android\\_to\\_grab\\_No.\\_2\\_spot\\_by\\_2012\\_says\\_Gartner](http://www.computerworld.com/s/article/9139026/Android_to_grab_No._2_spot_by_2012_says_Gartner). Consultado em 08/06/2010.

JOHNSON, T. M. **Java para Dispositivos Móveis**. 1. ed., Novatec, p. 25-36, 2007.

JUNG, C. F. **Metodologia para Pesquisa & Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

KANNINEN, B. J. **Intelligent Transportation Systems: an Economic and Environmental Policy Assessment**. *Transportation Research*. Londres, v. 30A, n. 1, p. 1-10, 1996.

MARINESCU, F. **EJB Design Pattern**. New York: John Wiley, 2002.

PIARC, **ITS Handbook 2000: Recommendations from the World Road Association**. London: Artech House ITS Library, 2000.

RIBEIRO, J.L.D., MOTA, E.V. **O Desdobramento da Qualidade: modelos para serviços e para a manufatura.** Porto Alegre: PPGEP, EE/UFRGS, 1996.

SAYEG, P., CHARLES, P. **Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities.** Eschborn: GTZ, 2005.

Shibata, J. **Progress in intelligent transportation systems in the US, Europe and Japan.** ISATA Magazine, Sumitomo Electric Industries Ltd and R. French, R&D French Associates, p. 27-29, 1999.

SHLADOVER, S., **Review of the State of Development of Advanced Vehicle Control Systems (AVCS) .** Vehicle System Dynamics 24, 551-595, 1995.

STEINIGER, S., NEUN, M., EDWARDES, A. **Foundations of Location Based Services.** University of Zurich, 2006.