



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**MOBILE GEOGAMES - NOVAS INTERFACES PARA O  
USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NA COLETA DE  
DADOS DE MOBILIDADE ORIENTADA AO  
PLANEJAMENTO DE INTERVENÇÕES URBANAS**

Fernando de Oliveira Pereira

Proposta de Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada, orientada pelo Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro e pelo Dr. Tiago Garcia de Senna Carneiro.

INPE  
São José dos Campos  
2011

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3945-6923/6921

Fax: (012) 3945-6919

E-mail: pubtcc@sid.inpe.br

**CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE (RE/DIR-204):****Presidente:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

**Membros:**

Dr<sup>a</sup> Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr<sup>a</sup> Regina Célia dos Santos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Dr. Ralf Gielow - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr. Wilson Yamaguti - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr. Horácio Hideki Yanasse - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Deicy Farabello - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Vivéca Sant´Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**MOBILE GEOGAMES - NOVAS INTERFACES PARA O  
USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NA COLETA DE  
DADOS DE MOBILIDADE ORIENTADA AO  
PLANEJAMENTO DE INTERVENÇÕES URBANAS**

Fernando de Oliveira Pereira

Proposta de Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada, orientada pelo Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro e pelo Dr. Tiago Garcia de Senna Carneiro.

INPE  
São José dos Campos  
2011



## RESUMO

Uma boa compreensão sobre a dinâmica da mobilidade urbana nas cidades é um apoio ao processo de tomada de decisão em relação ao planejamento organizacional e logístico. Pessoas em deslocamento e suas trajetórias materializam um novo tipo de dado com grande potencial à análise sobre o que ocorre e como acompanhar intervenções sobre o espaço urbano. Esta dissertação visa propor uma plataforma de coleta de dados de mobilidade orientada ao planejamento dinâmico de intervenções urbanas, desde a aquisição ao armazenamento, baseada em dispositivos móveis, tais como *smartphones*. Para tanto, define novas interfaces, descritas como *Mobile Geogames*, jogos de caráter motivacional à participação voluntária de cidadãos ao processo de aquisição de dados. Podem ser vistas como uma alternativa e uma oportunidade de adquirir dados espaço-temporais sobre objetos em movimento. Tais dados são importantes ao processo de análise realizado por especialistas na temática urbana, que tem por pretensão adquirir informações que fundamentem, apoiem e/ou acompanhem os efeitos consequentes de intervenções sobre uma área especificada.



## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 Arquitetura da biblioteca TerraLib 5 (Em desenvolvimento). Fonte: TerraLib 5 (2011) . . . . .	13
3.1 Macro visão da plataforma pretendida. . . . .	15
3.2 Arquitetura do servidor. . . . .	19
3.3 Elementos de uma arquitetura XML-RPC. Fonte: adaptada de Booth et al. (2004) . . . . .	20
4.1 Metodologia de desenvolvimento de software em espiral. Fonte: adaptada de Pressman (2005) . . . . .	23



## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
4.1 Cronograma de trabalho. . . . .	24



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	–	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
API	–	Application Programming Interface
EDGE	–	Enhanced Data for GSM Evolution
GPRS	–	General Packet Radio Service
GPS	–	Sistema de Posicionamento Global
MIT	–	Massachusetts Institute of Technology
REST	–	Representational State Transfer
RPC	–	Remote Procedure Protocol
SGBD	–	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SIG	–	Sistema de Informação Geográfica
SOA	–	Service-Oriented Architecture
ST-DMQL	–	Semantic Trajectory Data Mining Query Language
STT	–	Space-Temporal Trajectory
W3C	–	World WideWeb Consortium



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1 Motivação . . . . .	1
1.2 Objetivos . . . . .	3
1.3 Contribuição da Proposta . . . . .	4
1.4 Organização da Proposta . . . . .	4
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> . . . . .	<b>5</b>
2.1 Informação Geográfica Voluntária . . . . .	5
2.2 Jogos Colaborativos . . . . .	7
2.3 Computação Pervasiva . . . . .	8
2.4 Bancos de Dados Espaço-Temporais . . . . .	9
2.4.1 O Tipo Abstrato de Dados Trajetória . . . . .	10
2.5 A Biblioteca TerraLib . . . . .	12
<b>3 PROPOSTA</b> . . . . .	<b>15</b>
3.1 Definição do Problema . . . . .	15
3.2 A Plataforma . . . . .	15
3.2.1 O Mobile Geogame . . . . .	15
3.2.1.1 Requisitos Iniciais . . . . .	17
3.2.1.2 Transmissão dos Dados . . . . .	18
3.2.2 O Servidor . . . . .	18
3.2.2.1 Recepção dos Dados . . . . .	19
3.2.2.2 Processamento . . . . .	20
<b>4 METODOLOGIA</b> . . . . .	<b>23</b>
4.1 Desenvolvimento . . . . .	23
4.2 Fases da Pesquisa . . . . .	23
4.3 Cronograma . . . . .	23
4.4 Resultados Esperados . . . . .	24
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> . . . . .	<b>27</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação

Numa cidade as pessoas se movimentam em massa de onde moram para onde trabalham, estudam, compram, se divertem e realizam suas atividades cotidianas. Em boa parte destes deslocamentos estão a buscar e/ou se beneficiar de equipamentos urbanos infra-estruturais ou de serviços, tais como praças, escolas, hospitais, pontos de ônibus, orelhões, etc.

O acesso de um indivíduo a localização de um equipamento urbano, por exemplo, um hospital, uma escola, um ponto de ônibus ou uma praça, é transcrito de diversos modos. Quando os locais são distantes entre si, podem inviabilizar o deslocamento a pé, gerando a necessidade do uso de algum meio de transporte individual ou coletivo. Entre o mais simples meio de mobilidade individual, a bicicleta, e o mais complexo meio coletivo, o metrô, existe uma gama de possibilidades. A opção entre cada uma delas, seja pelo indivíduo, seja pela coletividade, vai depender de vários fatores: distância a percorrer, tempo disponível, conforto desejado e disponibilidade de recursos. (URBS, 2008)

Compreender como se processa a dinâmica da mobilidade urbana nas cidades é um auxílio na tomada de decisão em relação às medidas organizacionais e logísticas que abrangem o planejamento do espaço urbano. Tão importante quanto “instalar” um novo equipamento, é ter ao menos uma noção de localização disponível que tenha o maior nível de acessibilidade alcançável. Mais do que isso, uma local ideal além de acessível, sob o ponto de vista do público alvo, deve evitar a criação de gargalos de mobilidade, ou até mesmo em certas situações conseguir extinguir gargalos existentes.

Por conseguinte, mobilidade urbana, sob um ponto de vista ideal, pode ser definida como a capacidade de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano para a realização de suas atividades cotidianas como trabalho, educação, saúde, cultura, lazer, num tempo considerado razoável, de modo confortável e seguro. Contando com esta definição, podemos esperar que cidades que alcançam este nível de mobilidade se aproximam de melhores índices de qualidade de vida a seus cidadãos. Neste contexto, intervenções urbanas são medidas que buscam configurações mais aperfeiçoadas da cidade, por vezes gerando alterações ou inserções no conjunto de

equipamentos urbanos.

No setor de transportes, principalmente em redes viárias e metroviárias, intervenções são visíveis com certa frequência. Um exemplo de metodologia empregada para intervir sobre estas redes pode ser observado no Metrô de São Paulo, vinculado a Secretaria de Transportes Metropolitanos (METRÔ/SP, 2011). O mesmo, de tempos em tempos, realiza uma pesquisa origem e destino, comumente chamada “Pesquisa O/D”. É considerado um instrumento vital para o planejamento do transporte, fornecendo dados sobre o deslocamento da população num aglomerado urbano. As informações obtidas trazem como resultado a criação de um padrão de viagens, que identificam as principais viagens diárias das pessoas de acordo com o motivo e o modo de transporte utilizado. Por conseguinte, este padrão fornece uma fotografia dos fluxos na cidade. A comparação desses fluxos com a rede de linhas de transporte e a rede de vias existentes permite identificar as carências no atendimento da demanda de transporte e, portanto, fundamentar as propostas para a ampliação dessas redes.

Sob o contexto das redes de transporte, a metodologia de intervenção com o uso de uma pesquisa O/D fornece bons resultados. Não só exhibe os deslocamentos, mas também apresenta a quantidade de atividades e de população, revelando a intensidade de uso do espaço urbano. Contudo pode ser considerada bastante onerosa, uma vez que, requer que milhares de pessoas sejam entrevistadas, geralmente através de pranchetas e formulários impressos. Outro fator negativo é o intervalo de tempo que uma pesquisa destas é realizada, no caso específico do Metrô, de cinco em cinco anos.

De acordo com o Ministério das Cidades, intervenções urbanas ou melhorias nas condições de mobilidade têm bons resultados nas cidades que integram mobilidade e sustentabilidade urbana, pensando os deslocamentos em função das necessidades das pessoas, estendendo-os além da dinâmica dos transportes. Estas cidades garantem maior eficiência e dinamismo das funções urbanas, com maior e melhor circulação de pessoas e bens de consumo. Isto se reflete na valorização do espaço público, na sustentabilidade e no desenvolvimento da cidade, aliando as dimensões ambiental, econômica e social. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2011)

De acordo com Telles e Cabanes (2006) de certa forma “a vida urbana é toda ela colocada sob o signo da mobilidade. E os fluxos migratórios, os deslocamentos espaciais e mobilidades habitacionais, os percursos ocupacionais e suas inflexões no

tempo e no espaço, traduzem na escala dos destinos individuais e coletivos a dinâmica das transformações urbanas”. Pensando assim, percebemos a importância de dados de mobilidade em fundamentar intervenções urbanas.

Como visto anteriormente, dados de mobilidade podem ser adquiridos de forma direta, através de entrevistas amostrais juntamente a população. De forma indireta, este processo também pode ser realizado, ou seja, quando os próprios cidadãos transmitem os dados voluntariamente. Este enlace entre cidadão e aquisição de dados é factível com o uso de dispositivos móveis, tais como celulares, smartphones, tablets, etc. Estes, por sua vez, são cada vez mais avançados, contém cada vez mais recursos, tais como o GPS (Sistema de Posicionamento Global em português), bússolas digitais e aplicativos de realidade aumentada. Vêm se tornando cada vez mais indispensáveis e talvez o mais importante seja perceber como os mesmos têm uma rápida disseminação e atualização entre as pessoas.

Ao imaginarmos um grupo de cidadãos não especialistas em mobilidade, é interessante a utilização de interfaces adequadas para engajá-los na colaboração em um potencial processo de coleta de dados. Este trabalho visa elaborar novas interfaces para o uso de dispositivos móveis na coleta de dados de mobilidade orientada ao planejamento de intervenções urbanas. Tais interfaces seriam jogos, denominados por esta pesquisa como “*Mobile Geogames*”. Jogos têm um grande poder de persuasão e o que pretendemos é introduzi-los como motivadores, onde o real objetivo seja a coleta de dados, como exemplo, a localização de um indivíduo ao longo do espaço-tempo.

## **1.2 Objetivos**

Esta pesquisa objetiva propor, implementar e testar uma plataforma de coleta de dados de mobilidade orientada ao planejamento de intervenções urbanas, desde a aquisição ao armazenamento, baseada em dispositivos móveis. Visa elaborar jogos como interfaces motivadoras a participação do processo de aquisição. Em relação ao armazenamento pretende-se implementar um serviço disponibilizado via web capaz de realizar a recepção adequada dos dados. Por fim, pretende-se estruturar os dados captados em estruturas de dados com maior eficiência a estudos geográficos, de forma a disponibilizá-los via bancos de dados geográficos espaço-temporais. Neste formato, análises posteriores estarão melhor instrumentadas a obtenção de informações.

### **1.3 Contribuição da Proposta**

A proposta de coletar dados de mobilidade via dispositivos móveis pode ser vista como uma alternativa na obtenção de dados para fundamentação de intervenções urbanas. Dados assim obtidos, de forma coletiva, podem gerar informações mais detalhadas e pontuais. Entretanto, considerando um espaço urbano delimitado, espera-se que a contribuição seja dar uma noção mais rápida em relação ao planejamento de intervenções.

### **1.4 Organização da Proposta**

A presente proposta está organizada em 4 capítulos. No capítulo 2 , são citados alguns trabalhos correlacionados da literatura. No capítulo 3, a proposta é descrita em maiores detalhes e no capítulo 4 é descrita a metodologia da pesquisa.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A literatura pode ser considerada um pouco escassa se considerarmos a pesquisa sob uma ótica geral. Contudo, em essência, podemos identificar alguns trabalhos que possuem correlação com ao menos partes da pesquisa proposta. Neste capítulo são citados alguns trabalhos em temas relacionados, bem como conceitos e instrumentos de computação necessários ao trabalho que se propõe.

### 2.1 Informação Geográfica Voluntária

Uma grande atenção tem sido dedicada ao conceito de redes de sensores. Os objetivos de observação da Terra, bem como os objetivos de segurança e vigilância podem ser alcançados, pelo menos em parte, através da instalação de redes de sensores pela área geográfica em estudo. Comumente citados, exemplos incluem a rede de vídeo monitores em grandes cidades, as propostas para instrumentar o oceano e o leito do mar com sensores de alerta de tsunamis, e as redes de sensores de tráfego que podem fornecer informações úteis aos planejadores, bem como fotos em tempo real de congestionamentos. (GOODCHILD, 2007)

Segundo Goodchild (2007) é útil distinguir três tipos de redes de sensores. A maioria dos exemplos encaixa-se no primeiro caso, uma rede de sensores estáticos, projetados para capturar as medidas específicas de seu local de instalação. Menos comumente citados são sensores transportados por pessoas, veículos ou animais. Por exemplo, pesquisas bem úteis estão a emergir de projetos que tem equipado crianças com sensores de poluição do ar, em um esforço para compreender os fatores que afetam a asma. O terceiro tipo de rede de sensores, e de muitas maneiras, o mais interessante, é composto por seres humanos em si, cada um equipado com um subconjunto de trabalho dos cinco sentidos e com a inteligência para compilar e interpretar o que eles sentem, onde cada um é livre para perambular por toda superfície do planeta.

O termo “Informação Geográfica Voluntária” combina inteligência coletiva e *neogeografia*<sup>1</sup>. Diante de um dramático declínio na geração de informação geográfica em todo o mundo, devido principalmente à redução de financiamento para mapeamento nas últimas décadas, considera-se como uma via interessante a utilização de informações voluntárias. Neste contexto, seres humanos capazes de enviar suas informações

---

<sup>1</sup>Neogeografia - Ferramentas e técnicas geográficas usadas para atividades não profissionais ou para serem utilizadas por grupos de usuários não especialistas; uso informal e não analítico. (TURNER, 2006)

e interpretações a uma central podem ser vistos como verdadeiros sensores inteligentes. Este mecanismo cria de fato um novo campo de estudo por trás dos tradicionais sistemas de informação geográfica (*SIG's*). (GOODCHILD, 2010)

Tão logo, o conceito de humanos como sensores tem diversas aplicações práticas na análise de fenômenos nos mais variados campos de pesquisa. Apenas para exemplificar, podemos citar uma iniciativa criada pelo grupo de pesquisas *Epi Schisto Risk Modeling* do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, da Fundação Oswaldo Cruz no campo da saúde pública, que desenvolve instrumentos que visam facilitar o mapeamento da esquistossomose, permitindo assim a definição de áreas prioritárias para a intervenção e conseqüente diminuição dos casos. Para isso o grupo concebeu um aplicativo para smartphone em plataforma *Android*, o que permite a construção de um banco de dados remoto com informações dos pacientes, transmitidas instantaneamente para o site do grupo, onde os pesquisadores no laboratório podem acessar os registros e realizar análises estatísticas para entender a dinâmica da doença e verificar a distribuição espacial dos casos. (EPI SCHISTO RISK MODELING, 2011)

Sites como o *Wikimapia* (WIKIMAPIA, 2011) e *OpenStreetMap* (OPENSTREETMAP, 2011) estão abertos a todos, assim como muitos outros esforços de informação geográfica voluntária. Alguns projetos, por sua vez, possuem restrições de participação para assegurar conhecimentos técnicos adequados, ou seja, há uma correlação direta com o nível de qualidade das informações que se quer obter.

Por muitos anos as empresas produtoras de mapas digitais de ruas, têm contado com redes de observadores locais para fornecer um aviso rápido de novas ruas, mudanças de nomes de ruas, etc. O projeto *Inrix* (INRIX, 2011), por exemplo, recolhe dados de milhares de caminhões e outras frotas, realizando a compilação de resultados em tempo real sobre o estado de congestão de curto prazo e outros fatores que afetam as viagens em redes rodoviárias. Militares são fontes potenciais de informação geográfica sobre o local e condições do campo de batalha, que podem ser usados para aumentar o que está disponível a partir de mapeamento central e as fontes de imagens. Muitos agricultores têm agora sistemas elaborados para o mapeamento e acompanhamento de seus campos e plantações (agricultura de precisão), e constituem também uma fonte potencial de dados, que em muitos casos, é muito mais detalhada e atual do que a disponível a partir de agências centrais agrícolas. Em essência, como diz Goodchild (2007), esses desenvolvimentos contribuem para uma crescente reversão da tradicional abordagem “*topdown*” para a criação e difusão de

informação geográfica.

## 2.2 Jogos Colaborativos

Especialistas em jogos têm percebido a quantidade de tempo que muitas pessoas passam jogando jogos digitais. Quase sempre várias horas por dia. O questionamento mais interessante talvez seja por que esses mundos virtuais parecem ser tão mais envolventes do que os estudos ou o trabalho? Pessoas jogando são comprometidas, focadas e felizes, mesmo fracassando repetidas vezes eles permanecem motivadas, o que geralmente não ocorre sempre em outras atividades. (CASTRONOVA, 2007)

A maioria dos jogos não contém atividades tão distintas de atividades de trabalho em escritório. Geralmente resumem-se a observar uma tela, focalizar objetivos e tomar atitudes para alcançá-los. Logo faz sentido tentar encontrar uma maneira de se construir jogos que possam solucionar problemas do mundo real. Para Castronova (2005), “mídias sociais como os videogames são a única ferramenta de pesquisa existente que nos permite conduzir experimentos controlados sobre problemas de grande escala, como aquecimento global, terrorismo e pandemias”. Claro que nem tudo nos mundos virtuais se traduz em comportamentos reais, mas em grande parte sim.

O projeto *Sparked* (SPARKED, 2011) é um programa de voluntários que utiliza um aplicativo de smartphone para realizar buscas para grupos filantrópicos. O grupo *First Aid Corps* (FIRST AID CORPS, 2011), por exemplo, se utiliza deste sistema e vem construindo um mapa mundial de desfibriladores a disposição para situações cardíacas emergenciais. Neste caso foi criado um jogo onde ao invés de procurar por poções mágicas de cura, os jogadores adentram prédios buscando por desfibriladores que ainda não estejam na base de dados. Caso mais tarde uma vida venha a ser salva com a ajuda daquele desfibrilador, o jogador descobridor adquire mais pontos.

Outras iniciativas também se mostram bem interessantes como o caso do *Phylo* (PHYLO, 2011). *Phylo* é um jogo de puzzle onde os jogadores movimentam blocos coloridos representando os quatro nucleotídeos do DNA para encontrar a melhor estrutura do DNA de duas espécies diferentes. Essas seções específicas de DNA, chamadas de regiões promotoras, determinam quais partes do genoma seguem como traços no organismo, como olhos azuis ou doença cardíaca. Vendo onde a linha de genes se iguala entre espécies pode ajudar biólogos a identificarem fontes de distúrbios genéticos. Tradicionalmente, os algoritmos de alinhamento de seqüência

múltipla usam heurísticas computacionais complexas para alinhar as seqüências. Contudo, as heurísticas não garantem a otimização global, e um alinhamento ideal é muito caro computacionalmente. O uso de recursos humanos fortalece as heurísticas existentes, visto que seres humanos têm eficiência em reconhecer padrões e resolver problemas visuais.

Mais alguns exemplos de jogos científicos colaborativos são o caso do *Foldit* (FOLDIT, 2011) e do *Galaxy Zoo* (GALAXY ZOO, 2011). O Foldit com o slogan “Resolva puzzles para ciência” é um jogo com puzzles em que o jogador tem por objetivo encontrar uma solução para a quebra de proteínas em uma molécula. Já o Galaxy Zoo convida o jogador a ajudar a classificar mais de um milhão de galáxias.

### 2.3 Computação Pervasiva

A idéia de computação pervasiva está ligada a onipresença que a computação pode obter em meio a sociedade. Percebe-se que há uma crescente popularidade de dispositivos de computação móvel. Em áreas urbanas existe uma elevada concentração de tais dispositivos, o que possibilita cooperação e compartilhamento de recursos entre os cidadãos. A combinação de pessoas, espaço e tecnologia constroem uma infraestrutura de computação pervasiva urbana, que permite o estudo de métricas tais como mobilidade, estrutura social, estrutura espacial, ritmo temporal da cidade e demais características pertinentes. (KOSTAKOS et al., 2009)

Alguns projetos como o *Reality Mining* desenvolvido pelo MIT em colaboração com a Nokia, um dos maiores projetos a realizar experimentos com telefonia móvel, disponibiliza um aplicativo sob a plataforma Symbian<sup>2</sup> para coleta de dados relacionados a dinâmica do comportamento social humano, abrindo um novo paradigma de mineração de dados que torna possível a modelagem sob o contexto da conversação, da proximidade e da localização espaço-temporal numa comunidade de indivíduos. O projeto busca responder como as redes sociais evoluem com o tempo, quanto previsível é a vida de uma pessoa, como mudar as interações de um grupo de forma a promover um melhor funcionamento, dentre questões do gênero, que podem ser feitas diante de sistemas sociais complexos sob a ótica da computação pervasiva. (EAGLE; PENTLAND, 2006)

---

<sup>2</sup>Symbian - Um dos primeiros sistemas operacionais desenvolvidos exclusivamente para rodar nos telemóveis “multimídia” com suporte para câmeras fotográficas, MMS, Wireless, Bluetooth, entre outras funções.

O projeto MetroSense (METROSENSE, 2011) desenvolve novas aplicações, técnicas de classificação e paradigmas de sensoriamento para telefones móveis que visam permitir uma rede de sensores móveis globais. Dentre seus trabalhos destacam-se como mais interessantes o *SoundSense* (LU et al., 2009) que explora, como diz, o sensor mais onipresente e inexplorado em telefones celulares: o microfone, capaz de fazer inferências sobre atividades humanas, locais e eventos de som; e o *Second Life Sensor* (MUSOLESI et al., 2008), que propõe um protótipo de aplicativo com o objetivo de refletir atividades realizadas no mundo físico em mundos virtuais como o *Second Life*<sup>3</sup>.

## 2.4 Bancos de Dados Espaço-Temporais

Durante as últimas duas décadas, muitos modelos de dados espaço-temporais têm sido propostos na literatura. Neste sentido, Ferreira (2010) realiza uma análise crítica de dez modelos que propõem uma ontologia de espaço e tempo e suas representações através de tipos de dados, relacionamentos e respectivas operações. Destes modelos, na análise realizada o modelo *Moving Object* (ERWIG et al., 1999) mostrou-se o mais completo, por definir uma álgebra robusta, tipos de dados e operações, em dois níveis de abstração, abstrato e discreto, para lidar com objetos em movimento. Este modelo se refere a entidades cujas suas geometrias se alteram no tempo, como usuários de celular, incêndios, ursos polares, etc. Dentre as abordagens deste modelo, na perspectiva espaço-temporal é estruturada uma álgebra que define dois tipos principais de dados, pontos em movimento e regiões em movimento e um conjunto de operadores sobre estes tipos, como trajetória, distância, direção e velocidade.

Neste contexto, diversos esforços foram realizados no intuito de implementar esta abordagem de movimento de geometrias, pontos e regiões, a fim de se obter uma álgebra capaz de manipular tais tipos abstratos de dados. (GÜTING, 2000) (FORLIZZI et al., 2000) (LEMA et al., 2003) (GÜTING, 2004) Como um protótipo de banco de dados espaço-temporais, o *Secondo* implementa o modelo *Moving Objects*. (GÜTING, 2004) (SECONDO, 2011)

Sistemas de banco de dados espaço-temporais são voltados para a integração e gerenciamento de dados espaciais, temporais e espaço-temporais. Ao lidar com a dinâmica de sistemas geográficos, a noção de trajetória é um dos principais conceitos primi-

---

<sup>3</sup>Second Life - Second Life é um mundo virtual 3D livre onde usuários podem se socializar, se conectar e criar utilizando voz e/ou chat de texto. (SECOND LIFE, 2011)

tivos. Nesta via um tipo abstrato de dado pode ser informalmente definido como uma especificação de um conjunto de dados e operações que podem ser realizadas sobre este tipo e invocadas por um desenvolvedor, podendo ser definidos algebricamente ou como uma interface. De forma geral, tipos abstratos espaço-temporais tem sido tratados do ponto de vista puramente geométrico. Várias aplicações vêm levado recentemente a pesquisas (PELEKIS et al., 2006) (GÜTING et al., 2006) (PRAING; SCHNEIDER, 2007) que propõem um modelo conceitual para o tipo abstrato trajetória, de forma a a considerá-lo semanticamente, com propriedades deriváveis a partir dos dados, como velocidade de movimento. (FRIHIDA et al., 2009)

#### 2.4.1 O Tipo Abstrato de Dados Trajetória

De acordo com Spaccapietra et al. (2008) a análise dos dados de trajetória é a chave para um número crescente de aplicações que visam a compreensão global e de gestão de fenômenos complexos que envolvem objetos em movimento. De forma direta, a seguir citamos algumas proposições e considerações realizados por alguns pesquisadores em relação ao tipo abstrato de dados espaço-temporal de trajetória (STT).

Segundo Spaccapietra et al. (2008), do ponto de vista de aplicação, trajetórias espaço-temporais de objetos em movimento são artefatos complexos que combinam características de circulação (onde e quando o objeto está) com uma variedade de anotações semânticas relacionadas a conhecimentos específicos da aplicação em estudo. Uma preocupação semântica básica está relacionada as paradas e movimentações que um objeto qualquer em deslocamento realiza, definindo três conceitos básicos inerentes a modelagem conceitual:

- *Stop* (Parada): Por exemplo se as trajetórias são vistas pela aplicação como deslocamento entre cidades, o banco de dados então deve ser capaz de armazenar e retornar em qual cidade está localizada uma parada. Num exemplo de aves migratórias, paradas podem ser regiões geográficas de interesse para os pássaros ou o ornitólogo.
- *Move* (Movimento): Spaccapietra et al. (2008) exemplifica que “[...] a trajetória de uma pessoa que viaja pode consistir em um primeiro movimento usando o trem 324 em 13 de março de 2007 em Lausanne e Genebra e um segundo movimento utilizando trem 278 em 13 de março de 2007 a partir

de Genebra e Lyon”.

- *Begin and end of the trajectory* (Início e fim de trajetória): Por exemplo, uma empresa que monitora as viagens de negócios feitas por seus vendedores para atender os clientes da empresa pode restringir as trajetórias de origem e fim de acordo com as premissas da empresa.

Assim sendo, Spaccapietra et al. (2008), que no melhor do nosso conhecimento, desenvolveu as primeiras pesquisas focadas em gerar um modelo conceitual para o TAD trajetória, definiu dentre outros os seguintes tipos genéricos de dados:

- Tipo de dados *TrajectoryType*: cada elemento de *TrajectoryType* descreve uma trajetória única e é composto por um tempo variável que representa a trajetória espaço-temporal, um conjunto de pontos de amostragem, uma lista de paradas e uma lista de movimentos.
- Tipo de dados *TrajectoryListType*: cada elemento de *TrajectoryListType* descreve uma lista de trajetórias que é composta de uma lista de elementos do tipo *TrajectoryType*.

De acordo com Frihida et al. (2009), a definição do tipo de dados STT exige diferentes tipos, ou seja, tipos de dados atômicos, como *real*, *integer*, *boolean* e tipos de dados complexos, tais como *strings*, constantes de enumeração e listas e para a representação espaço-temporal, assume-se os tipos de dados usuais como pontos, linhas, polígonos, hora e intervalo. Uma descrição da atividade é dado formalmente como um quádruplo  $a = (l, ts, te, purpose)$ , onde  $l$  representa a localização atual,  $ts$  o horário de partida,  $te$  o horário de término e  $purpose$  uma enumeração (*enum const*) das atividades realizadas tais como, compras, trabalho etc. Seguindo este raciocínio uma viagem poderia ser modelada formalmente da seguinte forma como  $d = (ls, le, ts, te, mode, path)$ , onde  $ls$  e  $le$  referem-se respectivamente a localização inicial e final,  $mode$  ao modo de deslocamento (bicicleta, carro, ônibus, etc) e  $path$  determina o modelo do caminho, contínuo ou discreto, modelado por etapas como na descrição  $a$ , ou como no caso da viagem  $d$  de forma contínua, sendo por exemplo, um subtrajecto efetuado por um ponto em movimento.

Para Bogorny et al. (2009) grandes quantidades de dados de trajetória são gerados por dispositivos móveis, e que trajetórias realizadas por carros, humanos, aves ou

outros objetos são um novo tipo de dados que pode ser muito útil no processo de decisão em diversos domínios de aplicação, necessitando para tanto de uma modelagem que leve em consideração a semântica dos dados. Em seus trabalhos Bogorny et al. (2009) propõe a ST-DMQL (*Semantic Trajectory Data Mining Query Language*), um protótipo de linguagem capaz de extrair informações em dados de trajetória que considera a semântica envolvida. Para (OUESLATI; AKAICHI, 2010), ainda há muito o que se explorar em relação a dados de trajetória, e considera que os mesmos tem sido negligenciados até então, em face de seu potencial.

Vale lembrar que as abordagens acima citadas pressupõem uma grande quantidade de dados obtidos a partir de áreas de maior porte, sob a ótica da mobilidade geral em grandes escalas. Na dissertação proposta, estamos mais interessados na mobilidade sob o ponto de vista do indivíduo, ou seja, considerando uma área restrita de menor escala.

## 2.5 A Biblioteca TerraLib

Vinhas e Ferreira (2005) explica que *TerraLib* (CÂMARA et al., 2008) é um projeto que permite o trabalho colaborativo entre a comunidade de desenvolvimento de aplicações geográficas, podendo ser utilizada desde à prototipação rápida de novas técnicas até o desenvolvimento de aplicações colaborativas. É escrita na linguagem C++, possui código fonte aberto e é distribuída como um software livre. A cada ano a biblioteca *TerraLib* ganha mais adeptos dentre a comunidade de desenvolvedores de *SIG's*. Toda sua documentação e código podem ser encontrados no site <http://www.terralib.org>.

Câmara et al. (apud VINHAS; FERREIRA, 2005, p. 383) complementa que “*TerraLib* fornece funções para a decodificação de dados geográficos, estruturas de dados espaço-temporais, algoritmos de análise espacial além de propor um modelo para um banco de dados geográficos”. Sua arquitetura central é basicamente composta de estruturas de dados espaço-temporais, suporte a projeções cartográficas, operadores espaciais e uma interface para o armazenamento e recuperação de dados espaço-temporais em bancos de dados objeto-relacionais.

A biblioteca tem a capacidade de integrar sistemas de gerenciamento de bancos de dados objeto-relacionais para armazenar os dados geográficos, tanto sua componente descritiva quanto sua componente espacial. Ela trabalha em um modelo de arquite-

tura em camadas, funcionando como a camada de acesso entre o armazenamento de dados e o aplicativo.

Em construção, o projeto *TerraLib 5* visa se transformar em uma plataforma de software e estender o seu uso a diversas linguagens. Para isso, são implementados *binders* que disponibilizam a API da biblioteca nas principais linguagens de programação, tais como Java, Lua, PHP, etc. Esta característica favorece a integração da biblioteca a diversas aplicações, tais como *Web Services*. A Figura 2.1 exibe o modelo atual de desenvolvimento da *TerraLib 5*.

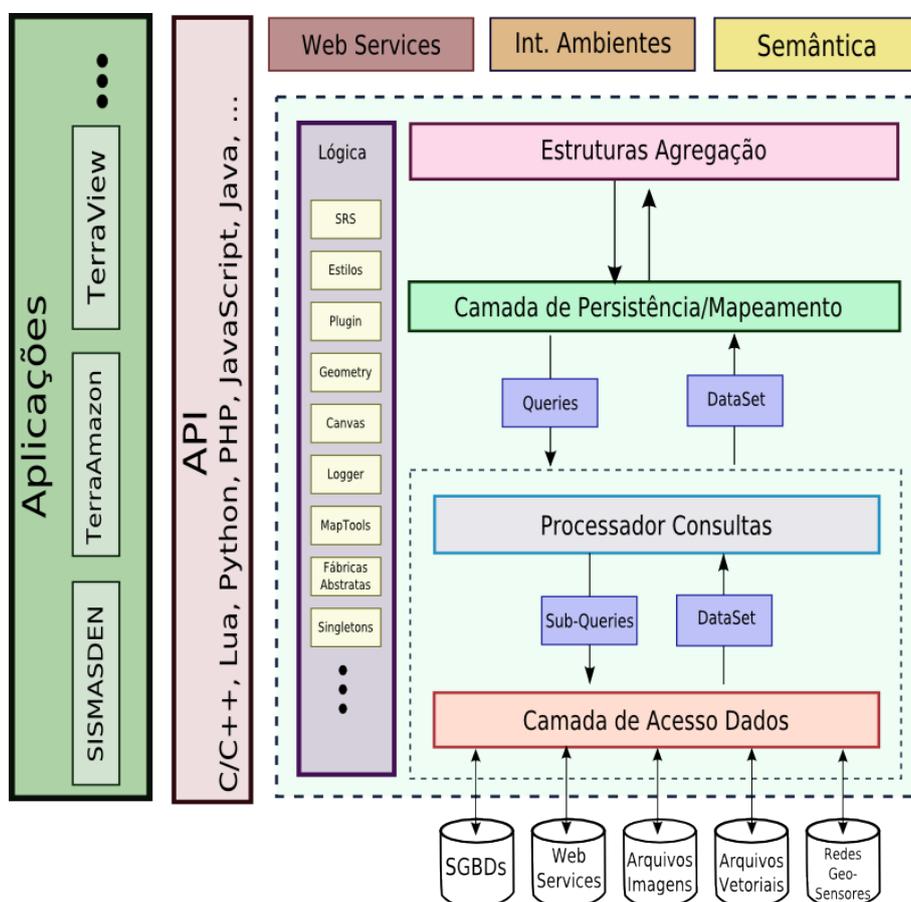


Figura 2.1 - Arquitetura da biblioteca TerraLib 5 (Em desenvolvimento).  
Fonte: TerraLib 5 (2011)



### 3 PROPOSTA

#### 3.1 Definição do Problema

Tomando por base os objetivos deste trabalho, o que se busca é construir uma alternativa à obtenção de dados de mobilidade. Imaginando uma área de estudo delimitada, espera-se que estes dados, depois de estruturados, possibilitem ao analista projetar uma rápida noção sobre intervenções urbanas, como a inserção ou alteração de equipamentos urbanos.

#### 3.2 A Plataforma

Para atingir os anseios desta pesquisa, propomos uma plataforma de coleta, recepção e estruturação de dados de mobilidade. A plataforma proposta é uma aplicação baseada em *Web Services*. Podemos identificar duas partes bem definidas e distintas. De um lado um aplicativo para dispositivos móveis, denominado *Mobile Geogame*, realizando a coleta e transmissão dos dados, e de outro lado o servidor, disponibilizando um *Web Service* de recepção, a biblioteca *TerraLib 5* para realizar a estruturação e escrita dos dados e um banco de dados geográfico espaço-temporal para armazenamento. A Figura 3.1 exibe uma macro visão da plataforma pretendida.

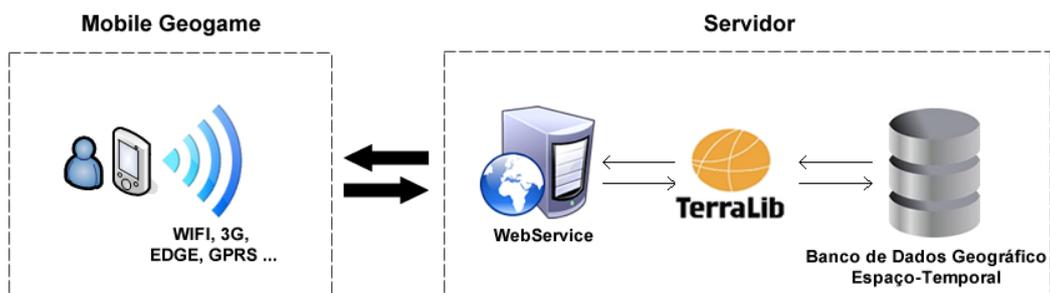


Figura 3.1 - Macro visão da plataforma pretendida.

##### 3.2.1 O Mobile Geogame

Definimos *Mobile Geogames* como jogos implementados sobre dispositivos móveis que possuem como plano de fundo o contexto de estudos geográficos. É o fator motivador a participação do cidadão na criação de um espaço colaborativo. O *geogame* a ser desenvolvido visa coletar dados de mobilidade que favoreçam o planejamento

de intervenções urbanas. Este trabalho de pesquisa propõe então como experimento, a criação de um aplicativo (*geogame*) que possa ser utilizado via *smartphones*, especificadamente os que possuem o sistema operacional *Android*. (ANDROID, 2010)

Antes de tudo, *smartphones* (“telefones inteligentes”, tradução literal), em linhas gerais são celulares com funcionalidades avançadas, tais como GPS, acelerômetro e magnetômetro (bússola digital). Possuem um sistema operacional para o qual podem ser criadas ou estendidas aplicações, e usualmente possuem ligeiras limitações de hardware e software. Os sistemas operacionais mais evidentes a estes dispositivos são: *Symbian (Nokia)*, *Blackberry (RIM)*, *OS X (Apple)*, *Android (Google)* e *Windows Mobile (Microsoft)*.

O *Android* é um sistema operacional aberto, sob responsabilidade da empresa *Google*, concebido para operar em dispositivos móveis, que permite a desenvolvedores escreverem softwares na linguagem de programação Java. A venda de aparelhos equipados com este sistema vêm tendo um crescimento vertiginoso, sobretudo por estar presente em aparelhos bem acessíveis. Sob o ponto de vista técnico podemos enfatizar a questão da API de desenvolvimento estar bem definida e em acelerado processo de amadurecimento, com disponibilidade de modernos recursos computacionais. No que diz respeito ao desenvolvimento de jogos, para o *Android* estão disponíveis bibliotecas de gráficos 2D e *OpenGL ES* (KHRONOS, 2011) para gráficos 3D de alto desempenho. (SILVA, 2009)

Conciliado ao *geogame* em questão, o recurso essencial a execução deste trabalho é o GPS. Através dele será possível adquirir dados de localização que serão transmitidos a um servidor principal enquanto o cidadão, denominado jogador, se desloca no espaço urbano. O GPS, concebido para fins militares passou a ser útil a diversas classes de profissionais. Atualmente vêm se tornando cada vez mais populares sendo integrados a *smartphones*, carros, relógios, etc. Possuem uma margem de erro inerente ao sistema e uma taxa variável de acordo com o equipamento. (GPS, 2011)

Considerando um experimento com *smartphones* equipados com GPS que operam o sistema operacional *Android*, e que este, por sua vez, possibilite o desenvolvimento de aplicativos, sobretudo aplicações gráficas e jogos, o importante no momento é a elaboração de uma lista de requisitos primordiais ao funcionamento de um jogo com objetivos tão singulares.

### 3.2.1.1 Requisitos Iniciais

Diversos pensadores e filósofos discutiram o conceito de jogo ao longo dos séculos, várias definições foram cunhadas. Não cabe aqui discuti-las, entretanto, podemos convencionar que um jogo deve conter um desafio (um objetivo) a fim de aferir ao menos uma qualificação ao jogador que o cumpre com êxito. No jogo a ser elaborado uma grande preocupação deverá ser dada a criação de desafios que não levem a uma visão enviesada dos dados que serão coletados. De acordo com Metello e Casanova (2009), jogos que envolvem a faceta GIS necessitam de um pré-levantamento de requisitos. Sendo assim, abaixo são relacionados alguns requisitos considerados primordiais no contexto da aplicação.

- Contexto - O jogo deve se mostrar interessante ao cidadão quando o mesmo se encontra em deslocamento, utilizando quando possível fundamentos de computação pervasiva, tendo por finalidade coletar dados de mobilidade. Contudo, como dito, uma preocupação especial deve ser dada a não criação de um viés que possa alterar a qualidade dos dados adquiridos.
- Autenticação - Como condição para início do jogo, o jogador deve efetuar uma autenticação com *login* e senha no servidor da aplicação. Essa autenticação visa identificar o jogador para que os dados possam ser armazenados corretamente. Uma consequência direta disto é que a coleta de dados será feita segundo o jogador e não segundo o dispositivo.
- Modos de Jogo - A aplicação deve providenciar diversos modos de jogo. Estes modos se referem aos meios de deslocamento utilizados pelo jogador. Como já dito, pessoas se deslocam a pé, de bicicleta, carro, ônibus, metrô, entre outros. Assim sendo, o jogo deve possuir comportamentos diferenciados e adequados a cada ocasião.
- Jogabilidade - Considerando que o jogador se encontra em deslocamento, exige-se fácil jogabilidade, com acesso as funcionalidades e controles do jogo de modo mais intuitivo e usual possível, zelando pelas boas práticas de desenvolvimento de interfaces.
- Dados Coletados - O aplicativo deve registrar o meio de deslocamento utilizado, as localizações do jogador no espaço-tempo (via GPS), bem como

outros dados fornecidos pelo próprio usuário que estejam pré especificados pelo sistema.

- Tempo de Transmissão - Os dados devem ser armazenados no dispositivo até serem transmitidos com sucesso. As transmissões devem ser realizadas em períodos mínimos de 1 hora, salvo em áreas sem cobertura de rede. Visa-se com isto mitigar possíveis congestionamentos de rede, bem como diminuir gastos de conexão.

### 3.2.1.2 Transmissão dos Dados

Smartphones, no geral, contam com distintas possibilidades de conexão. Em ritmo de crescimento, as redes de terceira geração ou simplesmente *3G* operam em alta velocidade, tem longo alcance e permitem a utilização de uma vasta lista de serviços avançados, contudo possuem menor cobertura no momento. Outros antecessores com ampla cobertura e longo alcance são variantes entre a *2G* e *3G*, operando com tecnologia *GPRS (General Packet Radio Service)* e *EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution)* com velocidades satisfatórias a vários serviços. Já as redes *IEEE 802.11* (ou popularmente *Wi-Fi*) operam com grande largura de banda, permitem a utilização de qualquer serviço dito avançado, porém são de curto alcance. Deste modo, locais mais afastados geralmente são cobertos por redes *2G*, ao passo que regiões mais centrais se beneficiam da *3G*, e interiores de residências, condomínios e comércios geralmente contam com *Wi-Fi*.

Os dados coletados serão armazenados no dispositivo em formato *XML* (adequado a comunicação de aplicações remotas) até que possam ser transmitidos ao módulo de recepção do servidor, composto basicamente por um *Web Service*. Nenhum dado de caráter pessoal deverá ser transmitido, considerando-os como anônimos para todos os efeitos.

### 3.2.2 O Servidor

A aplicação no lado servidor é composta de três componentes principais: Um *Web Service* para recepção dos dados, a biblioteca *TerraLib* e uma base de dados geográfica espaço-temporal. O *Web Service* pode ser entendido como a “porta de entrada” e centralização dos dados de mobilidade enviados pelo dispositivo cliente. Por conseguinte a arquitetura prevê a utilização de um *binder* para estabelecer a comunicação entre o *Web Service* e as funcionalidades da biblioteca *TerraLib* a fim de tratar os

dados, estruturando-os em tipos geográficos, e inserindo-os na base espaço-temporal. A Figura 3.2 exibe a arquitetura planejada.

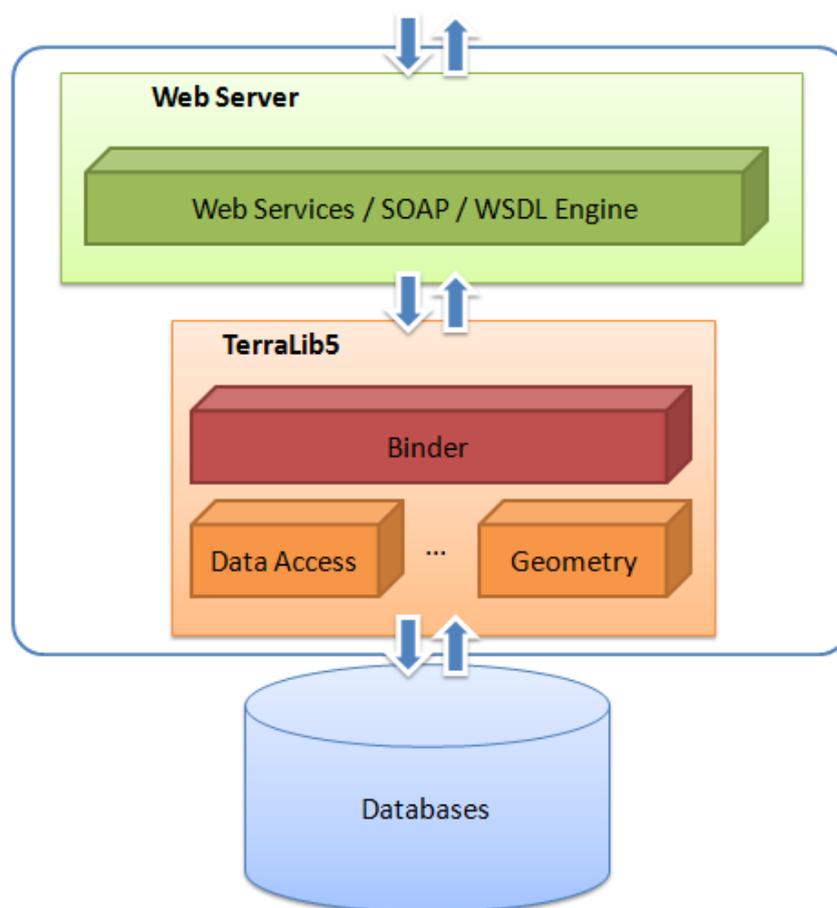


Figura 3.2 - Arquitetura do servidor.

### 3.2.2.1 Recepção dos Dados

A recepção dos dados deverá ocorrer via um *Web Service*. Segundo o *World Wide Web Consortium* (W3C, 2011), um *Web Service* é um sistema de software projetado para suportar interação máquina-máquina interoperáveis sobre uma rede. Tem uma interface descrita em um formato processável por máquina (especificamente *WSDL*). Outros sistemas interagem com o *Web Service* de uma maneira prescrita por sua descrição usando mensagens *SOAP*, normalmente transmitida através de *HTTP* com uma serialização *XML* em conjunto com outros padrões relacionados à web.

Considerando a definição acima a interoperabilidade entre plataformas de software

distintas tem como solução mais evidente a utilização de *Web Services*. Neste trabalho um *Web Service* terá por função ser a “ponte” entre o *Mobile Geogame* e a base de dados central abstraíndo a comunicação.

Um *Web Service* pode ser implementado e utilizado de diversas formas. Os estilos de utilização mais comuns são *RPC* (*Remote Procedure Protocol*), *SOA* (*Service-Oriented Architecture*) e *REST* (*Representational State Transfer*). No que tange os objetivos da plataforma pretendida o estilo *RPC* atende as expectativas. Basicamente neste modo de uso e implementação, o cliente envia uma solicitação a um servidor remoto conhecido para executar um determinado processo com os parâmetros fornecidos, no caso os dados de mobilidade a serem inseridos. O servidor processa a solicitação e envia uma resposta ao cliente, e o aplicativo continua seu processo. Ver fig. 3.3.

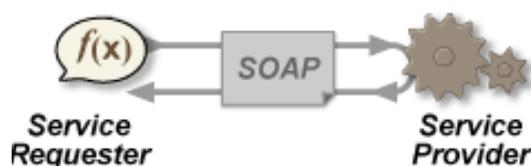


Figura 3.3 - Elementos de uma arquitetura XML-RPC.  
Fonte: adaptada de Booth et al. (2004)

### 3.2.2.2 Processamento

As requisições dos usuários são chamadas a procedimentos remotos disponibilizados por um *Web Service*, que por sua vez, se utilizará das funções e operações das biblioteca *TerraLib* no cumprimento destes procedimentos, a utilizando como camada de acesso a dados. Em especial o módulo *DataAccess* da *TerraLib* é responsável por estas operações, e deve prover as operações sobre o SGBD espaço-temporal escolhido.

Neste ponto, pretende-se utilizar dos conceitos e implementações do tipo abstrato de dados espaço-temporal trajetória (STT), verificando dentre as abordagens disponíveis a mais conveniente a esta dissertação. A literatura relata que dados estruturados e analisados desta maneira tem maior potencial na obtenção de informações diante de sistemas de mineração de dados. (OUESLATI; AKAICHI, 2010)

A comunicação entre *Web Service* e *TerraLib* é transcorrida através de um *binder*. A biblioteca já conta com *binders* em algumas linguagens de programação, tais como Java e Lua. O mais ponderável é a utilização de um *binder* Java, considerando a solidez desta linguagem em plataforma web. No caso, o *Web Service* sendo desenvolvido nesta linguagem deverá prover uma boa aderência a biblioteca.



## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Desenvolvimento

Pretende-se utilizar a metodologia de desenvolvimento de software em espiral com prototipação de *releases* e versões. Assim, as etapas de concepção, projeto, implementação, teste e documentação são executadas de forma cíclica e a cada ciclo uma nova versão documentada do objeto de estudo é gerada (PRESSMAN, 2005). A Figura 4.1 ilustra a metodologia a ser utilizada.

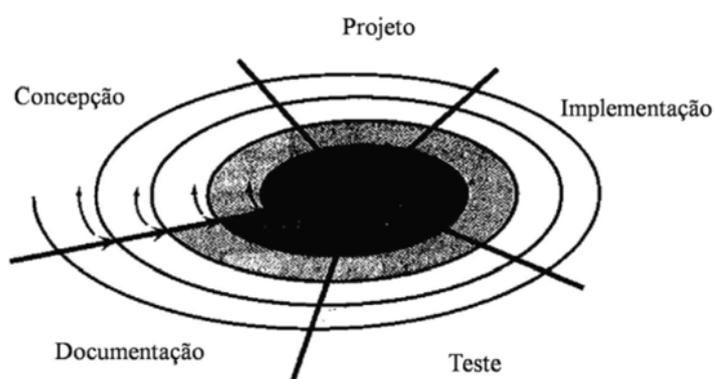


Figura 4.1 - Metodologia de desenvolvimento de software em espiral.  
Fonte: adaptada de Pressman (2005)

### 4.2 Fases da Pesquisa

Podemos dividir o trabalho de pesquisa em três grandes fases:

- 1- Definir arquitetura e gerar especificações para o protótipo;
- 2- Implementar o protótipo para provar os conceitos abordados;
- 3- Avaliar os resultados: validar o serviço de aquisição de dados como um todo e verificar a qualidade dos dados em colaborar com os estudos de mobilidade urbana orientada ao planejamento de intervenções.

### 4.3 Cronograma

Para o desenvolvimento do trabalho foi elaborado o seguinte plano de atividades:

- i. Revisar a literatura e gerar a especificação da aplicação.
- ii. Elaboração do *geogame* para dispositivos móveis.
- iii. Elaboração e submissão de um artigo (congresso a definir).
- iv. Implementação do *Web Service* para recebimento de dados via GPS.
- v. Publicação do trabalho no *WorCap 2011*.
- vi. Criação dos modelos e estruturas de armazenamento de dados.
- vii. Refinamento das implementações.
- viii. Elaboração da dissertação.
- ix. Defesa da dissertação.
- x. Execução das correções sugeridas pelos examinadores.

A Tabela 4.1 exhibe o cronograma que descreve quando cada atividade será executada:

Tabela 4.1 - Cronograma de trabalho.

Ativ.	2011									2012		
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
i.	•	•	•									
ii.			•	•	•							
iii.				•	•							
iv.					•	•	•					
v.							•	•				
vi.							•	•	•			
vii.									•	•		
viii.									•	•	•	•
ix.												•
x.												•

#### 4.4 Resultados Esperados

Pretende-se testar a plataforma de software a ser construída e analisar sua eficácia em adquirir dados de mobilidade. Espera-se que os dados coletados possam também

vir a popular bases de dados de grande porte externas ao projeto. Por fim, espera-se que toda metodologia empregada, como o uso de novas interfaces, denominadas *Mobile Geogames* demonstrem poder motivacional na colaboração dos usuários. Enfim que os dados captados possam estar qualificados em apoiar análises futuras por parte de pesquisadores especialistas na temática urbana, em relação ao planejamento dinâmico de intervenções.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDROID. **Android.com**. 2010. Disponível em: <<http://www.android.com/>>. Acesso em: 09 dez. 2010. 16

BOGORNY, V.; KUIJPERS, B.; ALVARES, L. O. St-dmql: A semantic trajectory data mining query language. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 23, n. 10, p. 1245–1276, out 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/13658810802231449>>. Acesso em: 16 mar. 2011. 11, 12

BOOTH, D.; HAAS, H.; MCCABE, F.; NEWCOMER, E.; CHAMPION, M.; FERRIS, C.; ORCHARD, D. **Web Services Architecture**. [s.n.], fev 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-arch-20040211/>>. Acesso em: 25 fev. 2011. v, 20

CÂMARA, G.; FERREIRA, K. R.; QUEIROZ, G. R.; PAIVA, J. A. C.; SOUZA, R. C. M. Arquitetura de software para construção de bancos de dados geográficos com sgbd objeto-relacionais. **XVII Simpósio Brasileiro de Banco de Dados**, Gramado, p. 57–67, 2002. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/bdbcomp/servlet/Trabalho?id=5438>>. Acesso em: 12 mar. 2011. 12

CÂMARA, G.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G.; FERREIRA, K.; MONTEIRO, M.; CARVALHO, M.; CASANOVA, M. **TerraLib: An open-source GIS library for large-scale environmental and sócio-economic applications: Open source approaches to spatial data handling**. Berlin: Springer B. Hall, M. Leahy (eds.), 2008. 12

CASTRONOVA, E. **Synthetic Worlds: The Business and Culture of Online Games**. Chicago: University of Chicago Press, 2005. 332 p. ISBN 0-226-09626-2. 7

\_\_\_\_\_. **Exodus to the Virtual World: How Online Games Will Change Reality**. New York: Palgrave/MacMillan, 2007. 237 p. ISBN 0-230-60785-9. 7

EAGLE, N.; PENTLAND, A. Reality mining: sensing complex social systems. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 10, p. 255–268, 2006. Disponível em: <<http://reality.media.mit.edu/pdfs/realitymining.pdf>>. 8

EPI SCHISTO RISK MODELING. **Epi Schisto Risk Modeling Website**. 2011. Disponível em: <<http://200.17.137.109:8081/xiscanoe>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 6

ERWIG, M.; GÜTING, R. H.; SCHNEIDER, M.; VAZIRGIANNIS, M. Spatio-temporal data types: An approach to modeling and querying moving objects in databases. **GeoInformatica**, v. 3, n. 65, p. 269–296, 1999. 9

FERREIRA, K. R. **Dynamic Geospatial Database Model**. 48 p. Tese (Proposta de Doutorado em Computação Aplicada) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010. 9

FIRST AID CORPS. **First Aid CPR AED cardiopulmonary resuscitation automated external defibrillator global movement**. 2011. Disponível em: <:<http://www.firstaidcorps.org/>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 7

FOLDIT. **Solve Puzzles for Science**. 2011. Disponível em: <<http://fold.it/portal/>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 8

FORLIZZI, L.; GÜTING, R. H.; NARDELLI, E.; SCHNEIDER, M. A data model and data structures for moving objects databases. In: PROC. OF THE 2000 ACM SIGMOD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF DATA. Dallas - Texas/EUA, 2000. p. 319–330. 9

FRIHIDA, A.; ZHENI, D.; GHEZALA, H. B.; CLARAMUNT, C. Modeling trajectories: A spatio-temporal data type approach. **20th International Workshop on Database and Expert Systems Application**, Linz - Austria, nov 2009. ISSN 1529-4188. 10, 11

GALAXY ZOO. **Galaxy Zoo Hubble**. 2011. Disponível em: <<http://www.galaxyzoo.org/>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 8

GOODCHILD, M. F. Citizens as sensors: The world of volunteered geography. **GeoJournal**, v. 69, n. 4, p. 211–221, 2007. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/h013jkk125081j628/>>. Acesso em: 15 jan. 2011. 5, 6

\_\_\_\_\_. Twenty years of progress: Giscience in 2010. **Journal of Spatial Information Science**, v. 1, p. 3–20, jul 2010. Disponível em: <<http://www.josis.org/index.php/josis/article/view/32>>. Acesso em: 01 dez. 2010. 6

GPS. **Welcome to GPS.gov**. 2011. Disponível em: <<http://www.gps.gov>>. Acesso em: 25 fev. 2011. 16

GÜTING, R. e. a. Secondo: An extensible dbms architecture and prototype. **Informatik-Report 313**, Fernuniversität Hagen, v. 313, 2004. 9

GÜTING, R. H.; ALMEIDA, V. T.; DING, Z. modelling and querying moving objects in networks. **VLDB Journal**, v. 15, p. 165–190, 2006. 10

GÜTING, R. H. e. a. A foundation for representing and querying moving objects. **ACM Trans - Database Syst**, v. 25, n. 1, p. 1–42, 2000. 9

INRIX. **Inrix: go anywhere**. 2011. Disponível em: <<http://www.inrix.com/>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 6

KHRONOS. **The Khronos Group: Open Standards, Royalty Free, Dynamic Media Technologies**. 2011. Disponível em: <<http://www.khronos.org/>>. Acesso em: 12 jan. 2011. 16

KOSTAKOS, V.; NICOLAI, T.; YONEKI, E.; O'NEILL, E.; KENN, H.; CROWCROFT, J. Understanding and measuring the urban pervasive infrastructure. **Personal and Ubiquitous Computing**, Springer London, v. 13, p. 355–364, 2009. ISSN 1617-4909. 10.1007/s00779-008-0196-1. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00779-008-0196-1>>. 8

LEMA, J. C.; FORLIZZI, L.; GÜTING, R. H.; NARDELLI, E.; SCHNEIDER, M. Algorithms for moving object databases. **The Computer Journal**, v. 46, n. 6, p. 680–712, 2003. 9

LU, H.; PAN, W.; LANE, N. D.; CHOUDHURY, T.; CAMPBELL, A. T. Soundsense: Scalable sound sensing for people-centric sensing applications on mobile phones. In: PROC. OF 7TH ACM CONFERENCE ON MOBILE SYSTEMS, APPLICATIONS, AND SERVICES (MOBISYS '09). Krakov - Polônia, 2009. Disponível em: <[http://www.cs.dartmouth.edu/~sensorlab/pubs/s3\\_mobisys09.pdf](http://www.cs.dartmouth.edu/~sensorlab/pubs/s3_mobisys09.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2011. 9

METELLO, M. G.; CASANOVA, M. A. Training games and gis. In: **Research Trends in Geographic Information Science**. Rio de Janeiro: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 251–264. ISBN 978-3-540-88244-2. Disponível em:

<[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-88244-2\\_17](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-88244-2_17)>. Acesso em: 13 mar. 2011. 17

METROSENSE. **MetroSense Project**. 2011. Disponível em: <<http://metrosense.cs.dartmouth.edu/>>. Acesso em: 09 mar. 2011. 9

METRÔ/SP. **Pesquisa Origem e Destino**. 2011. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/empresa/pesquisas/origem/teorigem.shtml>>. Acesso em: 01 fev. 2011. 2

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana**. 2011. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/transporte-e-mobilidade>>. Acesso em: 15 jan. 2011. 2

MUSOLESI, M.; MILUZZO, E.; LANE, N. D.; EISENMAN, S. B.; CHOUDHURY, T.; CAMPBELL, A. T. The second life of a sensor: Integrating real-world experience in virtual worlds using mobile phones. In: PROC. OF FIFTH WORKSHOP ON EMBEDDED NETWORKED SENSORS (HOTEMNETS 2008). Charlottesville - Virginia/EUA, 2008. Disponível em: <<http://www.cs.dartmouth.edu/~sensorlab/pubs/SL-HotEmnets08.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2011. 9

OPENSTREETMAP. **OpenStreetMap: O Wiki de Mapas Livres**. 2011. Disponível em: <<http://www.openstreetmap.org/>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 6

OUESLATI, W.; AKAICHI, J. Mobile information collectors trajectory data warehouse design. **International Journal of Managing Information Technology (IJMIT)**, v. 2, n. 3, ago 2010. 12, 20

PELEKIS, N.; THEODORIDIS, N. Y.; VOSINAKIS, S.; PANAYIOTOPOULOS, T. Hermes - a framework for location-based data management. **Proc. of the 10th International Conference on Extending Database Technology (EDBT06)**, Munich, p. 1130–1134, 2006. 10

PHYLO. **Phylo**. 2011. Disponível em: <<http://phylo.cs.mcgill.ca/eng/index.html>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 7

PRAING, R.; SCHNEIDER, M. A universal abstract model for future movements of moving objects. In: PROC. OF THE 10TH AGILE INT. CONF. ON GEOGRAPHIC INFORMATION SCIENCE. [S.l.], 2007. 10

PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**. 6. ed. New York: McGraw-Hill, 2005. v, 23

SECOND LIFE. **Virtual Worlds, Avatars, free 3D chat, online meetings - Second Life Official Site**. 2011. Disponível em:  
<<http://www.secondlife.com/>>. Acesso em: 11 mar. 2011. 9

SECONDO. **SECONDO - An Extensible Database System**. 2011. Disponível em: <<http://dna.fernuni-hagen.de/Secondo.html/>>. Acesso em: 25 fev. 2011. 9

SILVA, V. **Pro Android Games: Create and port cool games like space blaster, classic asteroids, doom and wolfenstein 3d using android**. New York/EUA: APress, 2009. 16

SPACCAPIETRA, S.; PARENT, C.; DAMIANI, M. L.; MACEDO, J. A.; PORTO, F.; VANGENOT, C. A conceptual view trajectories. **Data e Knowledge Engineering**, v. 65, p. 126–146, abr 2008. 10, 11

SPARKED. **Sparked.com - Microvolunteering by the Extraordinaries**. 2011. Disponível em: <<http://www.sparked.com/>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 7

TELLES, V. S.; CABANES, R. **Nas tramas da cidade: trajetórias urbanas e seus territórios**. São Paulo: Associação Editorial Humanitas, 2006. 442 p. ISBN 85-98292-87-7. 2

TERRALIB 5. **Wiki: Design Implementation - TerraLib 5**. 2011. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php?id=wiki:designimplementation>>. Acesso em: 01 fev. 2011. v, 13

TURNER, A. Introduction to neogeography. **O'Reilly Media**, p. 01–54, dez 2006. 5

URBS. **Mobilidade Urbana**. São Paulo: Associação Viva o Centro, jul/ago/set 2008. Trimestral. Disponível em:  
<<http://www.vivaocentro.org.br/publicacoes/urbs/urbs47.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2010. 1

VINHAS, L.; FERREIRA, K. R. 12. descrição da terralib. In: CASANOVA, M.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. (Ed.). **Bancos de Dados**

**Geográficos.** Curitiba: MundoGEO, 2005. p. 383–426. Disponível em:  
<<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/>>. Acesso em: 22 jan.  
2011. 12

**W3C. World Wide Web Consortium.** 2011. Disponível em:  
<<http://www.w3.org/>>. Acesso em: 20 jan. 2011. 19

**WIKIMAPIA. Wikimapia - Let's describe the whole world.** 2011. Disponível  
em: <<http://www.wikimapia.org/>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 6