



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2013/02.26.14.444-TDI

MOBILE GEOGAMES - NOVAS INTERFACES PARA O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NA COLETA DE DADOS DE MOBILIDADE URBANA EM PEQUENAS ÁREAS

Fernando de Oliveira Pereira

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada, orientada pelos Drs. Antonio Miguel Vieira Monteiro, e Tiago Garcia de Senna Carneiro, aprovada em 07 de março de 2013.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3DKLC5E>>

INPE
São José dos Campos
2013

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) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

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

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

Membros:

Dr. Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr^a Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

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

Dr. Germano de Souza Kienbaum - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

Dr. Manoel Alonso Gan - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr^a Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Plínio Carlos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

BIBLIOTECA DIGITAL:

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

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:

Maria Tereza Smith de Brito - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Luciana Manacero - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2013/02.26.14.444-TDI

**MOBILE GEOGAMES - NOVAS INTERFACES PARA O
USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NA COLETA DE
DADOS DE MOBILIDADE URBANA EM PEQUENAS
ÁREAS**

Fernando de Oliveira Pereira

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada, orientada pelos Drs. Antonio Miguel Vieira Monteiro, e Tiago Garcia de Senna Carneiro, aprovada em 07 de março de 2013.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3DKLC5E>>

INPE
São José dos Campos
2013

Pereira, Fernando de Oliveira.

P414m Mobile geogames - novas interfaces para o uso de dispositivos móveis na coleta de dados de mobilidade urbana em pequenas áreas / Fernando de Oliveira Pereira. – São José dos Campos : INPE, 2013.

xxii + 74 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m19/2013/02.26.14.444-TDI)

Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.

Orientadores : Drs. Antonio Miguel Vieira Monteiro, e Tiago Garcia de Senna Carneiro.

1. dispositivos móveis. 2. mobilidade urbana. 3. VGI. 4. mobile geogames. 5. Android. I.Título.

CDU 004.455

Copyright © 2013 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, reprográfico, de microfilmagem ou outros, sem a permissão escrita do INPE, com exceção de qualquer material fornecido especificamente com o propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2013 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, microfilming, or otherwise, without written permission from INPE, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de **Mestre** em
Computação Aplicada

Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro



Presidente / Orientador(a) / INPE / SJCampos - SP

Dr. Tiago Garcia de Senna Carneiro

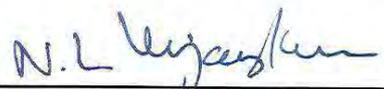
Orientador(a) / UFOP/ICEB / Ouro Preto - MG

Dra. Karine Reis Ferreira



Membro da Banca / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Nandamudi Lankalapalli Vijaykumar



Membro da Banca / INPE / SJCampos - SP

Dr. Rafael Duarte Coelho dos Santos



Membro da Banca / INPE / SJCampos - SP

Dr. Antônio Nelson Rodrigues da Silva



Convidado(a) / USP / São Paulo - SP

Este trabalho foi aprovado por:

() maioria simples

unanimidade

Aluno (a):  **Fernando de Oliveira Pereira**

São José dos Campos, 07 de Março de 2013

“Portanto, a tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê”.

ARTHUR SCHOPENHAUER

Dedicada a meus pais

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelas oportunidades de crescimento pessoal e intelectual que me foram apresentadas.

A meus pais, Celio e Maura, por serem um exemplo de perseverança, dedicação e pensamento positivo.

Aos meus orientadores, Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro e Dr. Tiago Garcia de Senna Carneiro, pela confiança, boa vontade e dedicação.

À minha namorada, Mirian Caetano, a quem dedico especialmente esta dissertação, por todo amor, incentivo, apoio e paciência, mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos grandes amigos, Felipe Leonardo, Luiz Gustavo, Rodolfo Lotte e Anna Karina, pela amizade e pelos bons momentos vividos ao longo desta caminhada.

Aos amigos, Vitor Conrado, André Ivo e Marcos Paulo, pela torcida e incentivo.

Aos amigos Leonardo Lourenço e Gilberto Ribeiro, pela ajuda inicial nesta jornada.

À CAPES, pelo apoio financeiro concedido.

Por fim, de forma geral, aos funcionários do INPE, pela dedicação e disponibilização da estrutura necessária à execução deste trabalho, e a todos que, direta ou indiretamente, ajudaram-me a concluir esta etapa em minha vida.

RESUMO

Este trabalho propõe uma alternativa para lidar com as dificuldades enfrentadas por planejadores urbanos na coleta de dados orientada à mobilidade urbana em pequenas áreas, em uma escala espacial de bairro ou distrito. A solução proposta, vai da (a) aquisição, com base em novas interfaces para dispositivos móveis, conceituadas como *mobile geogames*, jogos motivacionais desenvolvidos para a participação voluntária no processo de aquisição de dados de mobilidade, ao (b) armazenamento e processamento, com base em um servidor acessado pelos dispositivos móveis através do jogo. A dissertação apresenta a formulação de uma arquitetura computacional para implementação de jogos com estas características, que leva em consideração, conceitos de informação geográfica voluntária, computação pervasiva, jogos e dados de trajetória. Por fim, um *mobile geogame* dirigido por esta arquitetura, denominado URBANITAS, é desenvolvido, e uma prova de conceito é realizada em áreas pré-determinadas na cidade de São José dos Campos/SP.

MOBILE GEOGAMES - NEW INTERFACES FOR USE OF MOBILE DEVICES IN DATA COLLECTION OF URBAN MOBILITY IN SMALL AREAS

ABSTRACT

This work proposes an alternative to deal with the difficulties faced by urban planners in data collection oriented to urban mobility in small areas, on a spatial scale of neighborhood or district. The proposed solution, goes from (a) acquisition, based on new interfaces for mobile devices, conceptualized as mobile geogames, motivational games designed for the voluntary participation in the process of acquiring data of mobility, to (b) storage and processing, based on a server accessible to mobile devices through the game. The work presents the design of a computational architecture for implementing games with these features, which takes into account concepts of the volunteered geographic information, pervasive computing, gaming and data of trajectory. Lastly, a mobile geogame directed by this architecture, called URBANITAS, is developed, and a proof of concept is performed in predetermined areas in the city of São José dos Campos/SP.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1	Relação entre componentes de IDE. 8
2.2	A base viva e seus potenciais usuários. Adaptada de Gioielli (2006, cap. 2, p. 31). 9
2.3	Padrões de projeto para jogos baseados em localização. Adaptada de Matyas (2007). (©2013 Google, MapLink) 15
3.1	Diagrama da lógica de jogo 20
3.2	Diagrama de implantação para o desenvolvimento de <i>mobile geogames</i> 22
3.3	Pacote Interface e seus componentes. 23
3.4	Pacote Controle e seus componentes. 24
3.5	Diagrama de classes abstratas do pacote Dados 25
3.6	Pacote Comunicação e seus componentes. 26
3.7	Nó Servidor e seus componentes. 28
4.1	Caso de uso Iniciar Jogo 33
4.2	Caso de uso Cadastrar Jogador 34
4.3	Caso de uso Jogar 34
4.4	Caso de uso Coletar Localização 35
4.5	Diagrama de pacotes da arquitetura implementada no dispositivo móvel. 38
4.6	Diagrama de pacotes do pacote gui 39
4.7	Diagrama do modelo de interface com o usuário. 41
4.8	Diagrama de classes do pacote local 42
4.9	Diagrama de classes do pacote remote 43
4.10	Exemplo de telas do jogo em teste de execução. 46
4.11	Diagrama de pacotes das implementações no servidor. 47
4.12	Diagrama entidade-relacionamento das tabelas gerenciadas pelo <i>SGBD</i> 49
5.1	Mapa com áreas pré-definidas. (©2013 Google, MapLink) 52
5.2	Processo de instalação do URBANITAS com tela inicial (<i>Activity Main</i>) e tela com informações do jogo (<i>Activity About</i>). 54
5.3	Tela de cadastro de jogador à esquerda e telas iniciais do jogo, no centro e a direita. 54
5.4	Trajetória realizada pelo jogador “JogCentrol” em tempo real. Tela do dispositivo móvel à esquerda. Exibição dos dados no servidor à direita. 55
5.5	Inserção do item urbano “Lixeira” pelo jogador “JogCentrol”. 55
5.6	Inserção do item urbano “Iluminação” pelo jogador “JogCentrol”. 56

5.7	Caixa de diálogo sobre motivo de saída de área delimitada.	56
5.8	Trajetoórias e itens urbanos inseridos pelos jogadores na �rea “Centro”. (�2013 Google, MapLink)	58
5.9	Trajetoórias e itens urbanos inseridos pelos jogadores na �rea “Jardim da Granja”. (�2013 Google, MapLink)	59

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
4.1 Entidade <code>area</code> (Área).	36
4.2 Entidade <code>player</code> (Jogador).	36
4.3 Entidade <code>location</code> (Localização).	36
4.4 Entidade <code>item</code> (Item Urbano)	37
4.5 Entidade <code>playeritem</code> (Item/Jogador)	37
4.6 Entidade <code>outsidearea</code> (Fora da área)	37
4.7 Entidade <code>score</code> (Pontuação)	37
5.1 Áreas pré-definidas.	51
5.2 Itens urbanos pré-definidos.	52
5.3 Jogadores voluntários participantes.	53
5.4 Dados inseridos pelos jogadores da área “Centro”.	57
5.5 Dados inseridos pelos jogadores da área “Jardim da Granja”.	57
5.6 Pontuações obtidas por todos os jogadores no período de 05/12/2012 a 10/12/2012.	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	–	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	–	<i>Application Programming Interface</i>
IDE	–	Infraestrutura de Dados Espaciais
JDK	–	<i>Java Development Kit</i>
GNSS	–	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	–	<i>Global Positioning System</i>
GUI	–	<i>Graphical User interface</i>
MIT	–	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
SIG	–	Sistema de Informação Geográfica
SGBD	–	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
TAD	–	Tipo Abstrato de Dado
UML	–	<i>Unified Modeling Language</i>
VGI	–	<i>Volunteered Geographic Information</i>

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivos Gerais	3
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Organização da Dissertação	4
2 REVISÃO DA LITERATURA E TRABALHOS RELACIONADOS	5
2.1 Mobilidade Urbana e a Construção do Espaço nas Cidades	5
2.2 Informação Geográfica Voluntária - VGI	7
2.3 Aquisição Voluntária de Dados em Contexto de Computação Pervasiva	10
2.4 Jogos e Informação Geográfica Voluntária	12
2.4.1 Jogos Sérios	13
2.4.2 Jogos Colaborativos	13
2.4.3 Jogos Baseados em Localização	14
2.5 Dados Espaço-Temporais	16
3 UMA ARQUITETURA-BASE PARA O DESENVOLVIMENTO DE MOBILE GEOGAMES: PROPOSTA CONCEITUAL	19
3.1 Concepção da Arquitetura-Base	19
3.2 Nó Dispositivo Móvel	22
3.2.1 Pacote Interface	22
3.2.2 Pacote Controle	23
3.2.3 Pacote Dados	25
3.2.4 Pacote Comunicação	26
3.3 Nó Servidor	27
3.3.1 Pacote Web	28
3.3.2 Pacote Gerenciamento de Dados	29
4 URBANITAS: PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM MOBILE GEOGAME PARA ESTUDO DE MOBILIDADE EM PEQUENAS ÁREAS	31

4.1	Projeto do URBANITAS	31
4.2	Dispositivo <i>Android</i>	38
4.2.1	Pacote <i>gui</i>	38
4.2.2	Pacote <i>data</i>	42
4.2.3	Pacote <i>com</i>	43
4.2.4	Pacote <i>core</i>	44
4.3	Servidor	47
5	PROVA DE CONCEITO: URBANITAS EM AÇÃO	51
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

O Brasil é um país predominantemente urbano. Em 2010, 84,35% da população brasileira já vivia em ambientes urbanos (IBGE, 2011). Ambientes urbanos são os espaços de produção e reprodução da vida social e onde as oportunidades de trabalho, educação, saúde, cultura, lazer e todas outras dimensões da vida cotidiana se concentram. Contudo, em boa parte das cidades brasileiras, observado o processo de nossa urbanização (SANTOS, 1993; VILLAÇA, 1998), o acesso pelos cidadãos aos seus benefícios é fortemente desigual. Neste contexto, a questão da mobilidade urbana tem sido repensada e reposicionada para além de uma visão histórica ligada ao arranjo de circulação pelos meios de transporte, passando a ser pensada como fator essencial à produção do espaço em meio urbano. A mobilidade, neste novo contexto, passa a ser elemento fundamental em intervenções urbanas pelo seu papel decisivo como instrumento de inclusão social e de busca de equidade na apropriação da cidade e dos serviços urbanos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

As cidades brasileiras necessitam evoluir o seu atual modelo ligado à mobilidade e integrá-lo, de fato, aos instrumentos de gestão territorial, trazendo os fatores de sustentabilidade ambiental e inclusão social e de arranjo espacial do meio urbano para o debate das estratégias de transporte e circulação. O reflexo desta discussão é que o conceito de mobilidade urbana evoluiu bastante, sobretudo na última década, e é hoje bem mais complexo, no intuito de englobar princípios como o reconhecimento da importância do deslocamento de pedestres, o desenvolvimento dos meios não motorizados de transporte, a redução dos impactos ambientais decorrentes da mobilidade, a disponibilidade de mobilidade às pessoas com deficiência e a reflexão sobre a redefinição do desenho urbano.

Nesta nova fase, planejadores e gestores dos territórios das cidades necessitam de meios para aquisição rápida de dados de mobilidade sobre os quais possam refletir as intervenções urbanas necessárias, acomodando os novos princípios associados à mobilidade urbana e o desenvolvimento social e ambientalmente responsável das cidades. Pesquisas Origem/Destino têm sido uma forma clássica de obtenção destes dados (MELO, 1975). Embora dispendiosas, produzem dados de excelente qualidade e continuam necessárias. Entretanto, de forma complementar, devido ao avanço das novas tecnologias de comunicação em dispositivos móveis, uma vertente relacionada a coleta de dados com localização vem sendo desenvolvida sob o conceito de “informação geográfica voluntária”, da sigla em inglês VGI (GOODCHILD, 2007a).

A base do conceito de VGI é imaginar cada cidadão que possui um dispositivo, por exemplo, um *smartphone*, como um “sensor” em potencial. Neste caso, o mesmo utiliza-se do dispositivo como meio tecnológico para fornecer dados sobre interpretações das características e propriedades do local em que vivem, criando uma plataforma colaborativa baseada em inteligência coletiva (GOODCHILD, 2010). Desta forma, podemos pensar a ideia de VGI aplicada à aquisição de dados orientados ao estudo de mobilidade urbana, principalmente em pequenas áreas onde a aquisição dos dados muitas vezes não é satisfatória ou sequer levada em consideração.

Devemos considerar a abrangência cada vez maior das redes de comunicação de dados e o fato de que recursos tecnológicos antes disponíveis apenas a computadores pessoais, hoje apresentam-se na forma de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets* que, por sua vez, podem disponibilizar recursos como posicionamento por satélite, sensor de aceleração, câmera, gravação de vídeo e áudio, entre outros. Este fato estabelece rapidamente um novo paradigma sobre os tipos de dados possíveis de se obter.

Segundo a IDC (2012), empresa provedora de inteligência de mercado, na área de tecnologia da informação e telecomunicações, somente no terceiro semestre de 2012 foram vendidos cerca de 15,3 milhões de aparelhos celulares, sendo 4,2 milhões *smartphones*, demonstrando um crescimento de 65% na venda deste tipo de aparelho em relação a 2011. Além disso, o estudo indica que há um forte movimento criado pelas operadoras de telecomunicação no intuito de popularizar aparelhos com sistemas operacionais, e prevê que até 2014 o número de *smartphones* deve superar o de *feature phones* (aparelhos convencionais).

Em áreas urbanas, a abrangência das redes de comunicação de dados caminha para um cenário satisfatório, com novas possibilidades de acesso livre a internet, aliada ao alto grau de integração de sensores nos *smartphones* atuais. Isso permite o uso de dispositivos móveis para obtenção de dados de localização de pessoas ao longo do tempo, o que concebe um terreno fértil para o projeto de aplicações de cunho geográfico. Informações de posicionamento ainda podem estar ligadas a informações de outras mídias que transmitem uma caracterização da percepção do problema pelo cidadão, como fotos, vídeos, áudios, narrativas ou implementações específicas, e principalmente, as próprias trajetórias individuais. O registro das posições no espaço e no tempo de uma pessoa, coletadas e sistematizadas, formam uma base de dados rica para exploração através de técnicas de análise espaço-temporal de padrões de mobilidade e comportamento.

Desta forma, a tecnologia busca ampliar o espaço de participação coletiva dos cidadãos, que pode se dar na forma de uma nova visão de zeladoria urbana participativa ou outras formas complementares aos sistemas tradicionais de coleta de informação e de intervenção urbana, passando a permitir estudos de mobilidade em pequenas áreas, lançando um olhar detalhado sobre a circulação dos cidadãos em seus espaços de vida cotidiana.

Como a aquisição é voluntária, é importante considerar mecanismos motivacionais para atrair o cidadão à colaboração na aquisição de dados geográficos em meio urbano. Identificamos o uso de jogos como um fator motivador a esta tarefa (MATYAS, 2007; MATYAS et al., 2008). Porém, na perspectiva apresentada por esta dissertação jogos são caracterizados como novas interfaces entre as pessoas e a coleta de dados em pequenas áreas, onde as pessoas exercem o papel de jogadores, participando de um jogo, onde colaboram através do envio de dados adquiridos automaticamente e/ou dados informados por eles mesmos em tempo real, durante seus trajetos em espaços cotidianos, em seu bairro, sua rua, sua praça.

O centro desta dissertação foi trabalhar na definição conceitual e na geração de uma estrutura computacional que permitisse a criação de produtos de software sobre plataformas móveis que pudessem explorar esta nova realidade e as perspectivas futuras das cidades com alta conectividade. Para isso, uma arquitetura-base foi estabelecida, sobre a qual vários aplicativos podem ser construídos, utilizando a ideia de jogos como uma interface para a coleta voluntária de informação geográfica em pequenas áreas, onde a circulação é feita a pé, em áreas que estabelecem territórios da vida cotidiana dos cidadãos em nossas cidades.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Gerais

Este trabalho propõe então a implementação de novas interfaces entre cidadão e dados de mobilidade, estabelecidas sobre dispositivos móveis. Estas interfaces são jogos, introduzidos como motivadores à participação voluntária no processo de aquisição de dados, definidos por esta dissertação como *mobile geogames*. O intuito é obter dados geográficos de uso geral, podendo ser utilizados por diversas aplicações e finalidades. Vale lembrar que jogos, no contexto deste trabalho, contêm uma base conceitual mais ampla do que apenas a perspectiva do entretenimento.

Particularmente, estamos interessados em adquirir dados de mobilidade urbana em

pequenas áreas, orientando as implementações e experimentos à escala de bairros ou distritos. Com isso, também esperamos estimular a reconexão entre as pessoas e os seus territórios de vida, significando os locais, pequenas áreas onde vive e circula.

1.2.2 Objetivos Específicos

Esta dissertação tem por objetivos específicos:

1. Definir uma arquitetura computacional flexível que atue como diretriz na implementação de *mobile geogames*. A arquitetura-base deve estabelecer requisitos e estruturas para a construção de *mobile geogames* para usos em diversos contextos de coleta de dados geográficos voluntários em pequenas áreas nas cidades;
2. Projetar e implementar um *mobile geogame* dirigido pela arquitetura-base proposta;
3. Realizar uma prova de conceito computacional para validação da arquitetura-base proposta através do *mobile geogame* criado.

1.3 Organização da Dissertação

A presente dissertação foi organizada da seguinte maneira: no Capítulo 2 é realizada uma revisão da literatura, com conceitos e trabalhos correlacionados nos tópicos: mobilidade urbana e a construção do espaço nas cidades, informação geográfica voluntária, computação pervasiva, jogos e dados espaço-temporais. O Capítulo 3 apresenta a arquitetura-base proposta para desenvolvimento de *mobile geogames*. O Capítulo 4 materializa a arquitetura-base através da implementação de um *mobile geogame*, denominado URBANITAS. O Capítulo 5 descreve uma prova de conceito para validação da arquitetura-base com o uso do URBANITAS por 6 jogadores-teste em áreas da cidade de São José dos Campos/SP. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as considerações finais sobre este trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA E TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são revisados os tópicos relacionados a mobilidade urbana, informação geográfica voluntária, computação pervasiva, jogos e dados espaço-temporais através de uma relação de artigos que trazem um recorte orientado ao foco temático desta dissertação. Esta revisão não cobre integralmente cada um destes tópicos, mas busca apresentar e assimilar, neste contexto, os seus principais conceitos.

Nas próximas seções, os tópicos selecionados estabelecem uma sequência lógica desde os problemas enfrentados por planejadores urbanos na coleta de dados, às metodologias e tecnologias para coleta, à busca por motivadores à colaboração e à produção de informações geográficas.

2.1 Mobilidade Urbana e a Construção do Espaço nas Cidades

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. De fato, em ambientes urbanos, pessoas se movimentam em massa de onde moram para onde trabalham, estudam, compram, se divertem e realizam suas atividades cotidianas, e o que se espera é que, cidades que atendam os requisitos de mobilidade se aproximem de melhores índices de qualidade de vida a seus cidadãos (URBS, 2008).

Para o [MINISTÉRIO DAS CIDADES e IBAM \(2005\)](#), melhorias nas condições de mobilidade têm bons resultados nas cidades que integram mobilidade e vida urbana, pensando os deslocamentos em função das necessidades das pessoas, estendendo-os além da dinâmica dos transportes, o que reflete na valorização do espaço público, na qualidade de vida e no desenvolvimento da cidade, aliando as dimensões ambiental, econômica e social. Assim, o conceito de mobilidade urbana recebe quatro complementos: a inclusão social, a sustentabilidade ambiental, a gestão participativa e a democratização do espaço público ([MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007](#)).

[Telles e Cabanes \(2006\)](#) acrescentam que “a vida urbana é toda ela colocada sob o signo da mobilidade, de forma que 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”. Segundo os autores, “mais importante que identificar os pontos de partida e de chegada, se faz necessário identificar pontos críticos, pontos de inflexão, zonas

de turbulência em torno das quais são redefinidas práticas sociais, agenciamentos cotidianos e destinações coletivas”. Para eles, são estes os eventos que dão a cifra para aprender os campos de força operantes no mundo urbano, na pulsação da vida urbana.

No contexto da mobilidade urbana, um indivíduo tem acesso a por exemplo uma escola, um parque ou de uma área comercial de diversos modos. A escolha entre os modos de transporte, seja pela individualidade ou coletividade, depende de vários fatores: distância a percorrer, tempo disponível, conforto desejado e disponibilidade de recursos. Compreender como se processa esta dinâmica é um auxílio complementar à tomada de decisão em relação às medidas organizacionais e logísticas que abrangem o planejamento do espaço urbano (URBS, 2008). Particularmente, em relação a mobilidade urbana em pequenas áreas, o deslocamento é, em boa parte das vezes, realizado pelo modo a pé ou de bicicleta. Neste cenário, Silva et al. (2009) fazem uma análise de fatores que afetam estes modos não motorizados de deslocamento.

Sobre como coletar dados de mobilidade, um exemplo de metodologia empregada pode ser encontrado no setor de transportes, principalmente no setor de redes viárias e metroviárias, como no caso do Metrô de São Paulo, vinculado à Secretaria de Transportes Metropolitanos. 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 (METRÔ/SP, 2008).

Informações obtidas a partir de uma pesquisa O/D trazem como resultado a criação de um padrão de viagens, que identifica as principais viagens diárias das pessoas de acordo com o motivo e o modo de transporte utilizado. Por seguinte, 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. Uma análise, neste sentido, pode ser vista no trabalho de Paiva (2013). Uma metodologia para o planejamento de pesquisas O/D pode vista em Bielenki Jr. et al. (2008).

No caso da pesquisa O/D, as informações são geralmente obtidas através de questionários pré-definidos respondidos pelos cidadãos através de entrevistas. De um outro modo, de forma complementar, os dados poderiam ser adquiridos e em tempo real, ou seja, quando os próprios cidadãos transmitem os dados voluntariamente.

A ligação entre cidadão e aquisição de dados voluntários é factível com o uso de dispositivos móveis, tais como celulares, *smartphones* e *tablets*. Contudo, neste cenário, o que se espera é coletar dados sobre áreas de maior escala geográfica, como bairros ou regiões, obtendo informações de pouca duração, ou seja, que forneçam uma visão rápida sobre a dinâmica atual do espaço estudado, voltados a mobilidade urbana em pequenas áreas.

De maneira particular, obter dados via o conjunto cidadão/tecnologia, insere-se no contexto da informação geográfica voluntária, tradução em português para *Volunteered Geographic Information* (VGI) e, de acordo com Goodchild (2010), diante de um dramático declínio na geração de informação geográfica especializada, pode ser considerada como uma via interessante, o que cria, de fato, um novo campo de estudo por trás dos tradicionais sistemas de informação geográfica (SIG's). Na próxima seção, alguns dos principais fundamentos de VGI são discutidos.

2.2 Informação Geográfica Voluntária - VGI

O termo informação geográfica voluntária, cunhado por Goodchild (2007a), denominado pela sigla VGI, combina inteligência coletiva e neogeografia. Turner (2006) define neogeografia como ferramentas e técnicas geográficas usadas para atividades não profissionais ou para serem utilizadas por grupos de usuários não especialistas.

Dados geográficos são tradicionalmente capturados por especialistas bem treinados que, por sua vez, utilizam-se de tecnologias e metodologias apropriadas à coleta de dados relativos a fenômenos sociais e ambientais, como exemplo, topografia, sensoramento remoto, redes de sensores, entre outros (CASTELEIN et al., 2010). Entretanto, como apresentam Hudson-Smith et al. (2009), o campo da informação geográfica passa por uma grande transformação, agora baseada em um mundo digital conectado, cujo núcleo inovador encontra-se em dados criados por cidadãos em uma escala de resolução cada vez maior.

Segundo Goodchild (2007a), VGI pode ser vista como uma infraestrutura de dados espaciais (IDE¹). De fato, muitos autores, exploram a convergência entre o fenômeno VGI e IDE's (BUDHATHOKI et al., 2008; ELWOOD, 2008). Castelein et al. (2010), por exemplo, realizam uma caracterização exaustiva de VGI para os componentes de IDE, utilizando-se do modelo de Rajabifard et al. (2002) exibido na Figura 2.1, com

¹IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) - Conjunto de tecnologias, políticas, padrões e recursos humanos necessários para adquirir, processar, armazenar, distribuir e aumentar a utilização de dados geoespaciais (DAVIS JR., 2008).

vários casos de estudo (*OpenStreetMap* (OPENSTREETMAP, 2011), *Wikiloc* (WIKILOC, 2013), *Wikimapia* (WIKIMAPIA, 2011) e *Eye on Earth* (EYE ON EARTH, 2013)), no intuito de estabelecer e formalizar características em comum.

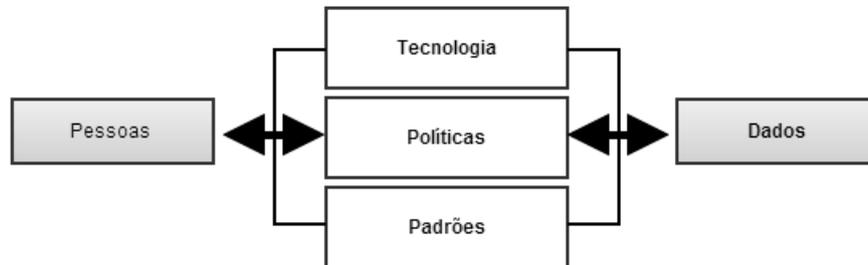


Figura 2.1 - Relação entre componentes de IDE.
Fonte: Adaptada de Rajabifard et al. (2002)

Neste contexto, de acordo com Craglia et al. (2008), as seguintes evoluções tecnológicas, como a plataforma *Web 3.0* e a disponibilidade de sensores e *Global Positioning System* (GPS) em telefones celulares, envolvem os cidadãos na coleta de dados geográficos, em contrapartida à situação onde apenas especialistas detinham exclusividade sobre tal atividade.

De maneira explanativa, Goodchild (2007a) afirma que cada ser humano inicia seu processo de aprendizado geográfico em uma idade bem precoce, e quando adultos já possuem uma compreensão mental bem elaborada da área onde vivem e trabalham, bem como áreas que visitaram ou sobre as quais aprenderam. Essa compreensão engloba nomes de lugares, características topográficas, vias de transporte, entre outros. Tais informações, muitas vezes, são de difícil aquisição automatizada. Assim sendo, seres humanos podem ser imaginados como um conjunto de sensores inteligentes amparados por cinco sentidos, podendo interpretar e fornecer dados sobre as características e propriedades do local em que vivem, apoiando-se na *Internet* para enviá-los e compartilhá-los com outros cidadãos. (Craglia et al., 2008) (Goodchild, 2010).

Há diversas aplicações práticas que podem ser elaboradas para análise de fenômenos nos mais variados campos de pesquisa utilizando-se de VGI. Projetos como o *Wikimapia* e o *OpenStreetMap* estão abertos a todos, assim como muitos outros esforços

de VGI.

O grupo de pesquisas *Epi Schisto Risk Modeling* do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, da Fundação Oswaldo Cruz, por exemplo, promove uma iniciativa no campo da saúde pública, ao desenvolver instrumentos que visam facilitar o mapeamento da esquistossomose. Para isso o grupo concebeu um aplicativo para *smartphones* 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).

Alguns trabalhos, entretanto, possuem restrições de participação para assegurar conhecimentos técnicos adequados. Gioielli (2006), por exemplo, explora o conceito de “base viva”. O termo visa enfatizar a dinamicidade de bases de dados em contextos que requisitam alta interatividade entre os usuários e a base de informação. São exploradas soluções para obtenção de contribuições de dados voluntários, melhorando a qualidade dos dados no domínio da aplicação. Contudo, soluções que não afetem a qualidade de dados disponíveis que já se encontram consolidados e verificados. Veja a Figura 2.2.

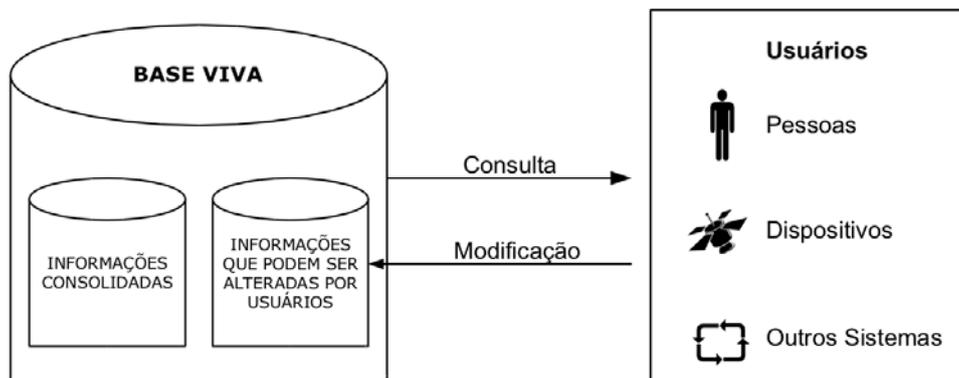


Figura 2.2 - A base viva e seus potenciais usuários. Adaptada de Gioielli (2006, cap. 2, p. 31).

Assim sendo, há uma correlação direta com o nível de qualidade das informações que se quer obter. Flanagan e Metzger (2008) alertam sobre a confiabilidade e qualidade dos dados, visto que os mesmos são obtidos sob a percepção de usuários não especialistas, e este cenário, em princípio, poderia exigir algum processo de validação dos dados, seja realizado por profissionais capacitados ou pelos próprios usuários.

Em contra-partida, McDougall (2009) exhibe a viabilidade de VGI, principalmente quando não existem dados disponíveis sobre os meios tradicionais. Além de muitas vezes ser a única informação disponível, ainda pode ser a mais barata. Nesse sentido, VGI demonstra ter um alto potencial, principalmente voltada às atividades em pequenas áreas.

Por muitos anos, as empresas produtoras de mapas digitais de trânsito, têm contado com redes de observadores locais para fornecer um aviso rápido de novas ruas ou mudanças de nomes. Militares são fontes potenciais de informação geográfica sobre o local e as condições do campo de batalha, que podem ser usados para aumentar a disponibilidade de imagens sobre uma determinada área. Muitos agricultores possuem dados de acompanhamento de seus campos e plantações, que em muitos casos, são mais detalhados e atuais do que os disponíveis a partir de agências agrícolas. Em essência, todos esses desenvolvimentos contribuem para uma crescente reversão da tradicional abordagem “*topdown*” para a criação e difusão de informação geográfica (GOODCHILD, 2007b).

Na próxima seção procura-se demonstrar como os meios tecnológicos atuais podem ser utilizados no contexto de aquisição voluntária de dados através da visita a alguns trabalhos envolvidos neste tipo de tarefa, os quais agrupamos no campo da computação, em um momento onde a pervasividade dos sistemas de computação é cada vez mais crescente.

2.3 Aquisição Voluntária de Dados em Contexto de Computação Pervasiva

A ideia 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. O hardware torna-se cada dia mais barato e avançado, ao mesmo tempo que proporciona funcionalidades que há poucos anos pareciam bem restritas, como o uso de internet móvel e sistemas de posicionamento por satélite integrados ao dispositivo.

Em áreas urbanas existe uma elevada concentração de tais dispositivos móveis, o que possibilita cooperação e compartilhamento de recursos entre os cidadãos. A combinação de pessoas, espaço e tecnologia constrói uma infraestrutura de computação pervasiva urbana, que permite o estudo de métricas, tais como mobilidade, estrutura social, estrutura espacial, ritmo temporal da cidade e outras características (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*² para coleta de dados relacionados a dinâmica do comportamento social de grupos humanos, 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 (EAGLE; PENTLAND, 2006). O projeto busca responder como as redes sociais evoluem com o tempo e quão previsível é a vida de uma pessoa.

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. Entre seus subprojetos, 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*³.

Em resumo, por trás de objetivos específicos, os trabalhos citados procuram abordar como a computação pervasiva pode colaborar na obtenção de dados espaciais por parte dos cidadãos através de dispositivos móveis. O centro está voltado para as interfaces de interação das pessoas com os meios tecnológicos que possam fazer a ponte entre o fenômeno observado e os dados sobre o mesmo. Estas interfaces, no caso de VGI, enriquecem a motivação, ou propósito do cidadão, na colaboração à aquisição voluntária de informação geográfica.

Esta dissertação busca ideias de interfaces que sejam motivadoras à colaboração. O conceito de jogos pervasivos permeia estes objetivos. Segundo Hinske e Röcker (2007), “jogos pervasivos são uma forma lúdica de entretenimento de realidade mista, com objetivos, regras e competições baseados na utilização de computação móvel e/ou tecnologias de computação pervasiva”. Benford et al. (2006) ainda acrescentam que é necessário destacar a relevância da posição geográfica dos jogadores e o uso de tecnologias de obtenção de localização, e refletir sobre informações geradas a partir de lugares específicos, estimulando a redescoberta do espaço urbano local.

²Symbian - Um dos primeiros sistemas operacionais desenvolvidos exclusivamente para rodar nos telefones “multimídia” com suporte para câmeras fotográficas, *MMS*, *WiFi*, *Bluetooth*, entre outras funções. (EDWARDS; BARKER, 2004)

³Second 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).

Somado às ideias expostas, o conceito de *mobile geogames*, é ainda mais abrangente, consolidando os ideais de jogos sérios, jogos colaborativos e jogos baseados em localização. Na próxima seção, introduzimos o tópico de jogos. A intenção é esclarecer como o conceito de *mobile geogames* é utilizado nesta dissertação.

2.4 Jogos e Informação Geográfica Voluntária

Diversos pensadores e filósofos discutiram o conceito de jogo ao longo dos séculos, e a amplitude do tema permitiu que várias definições fossem cunhadas. Uma comparação detalhada de definições modernas pode ser visto no trabalho de Salen e Zimmerman (2003). Não cabe aqui discuti-las, entretanto, dentre todas definições, 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 (PARLETT, 1999). Para Huizinga (1971), por muito tempo, os jogos foram associados a atividades de entretenimento, reduzidos a recreação, contudo rapidamente evoluíram em outras perspectivas. Mendes (2006) destaca o poder dos jogos, afirmando que os mesmos podem ser úteis para quase tudo: educar, divertir, treinar, simular, entre outros.

Castronova (2007) chama a atenção à quantidade de tempo que muitas pessoas se divertem em 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 elas permanecem motivadas, o que, por vezes, não ocorre em outras atividades.

A maioria dos jogos não contém atividades tão distintas de atividades de trabalho. Geralmente resumem-se a observar uma tela, focalizar objetivos e tomar atitudes para alcançá-los. Claro que nem tudo nos mundos virtuais se traduz em comportamentos reais, mas em boa parte sim. Assim sendo, Castronova (2005), destaca que faz sentido tentar encontrar uma maneira de se construir jogos que possam solucionar problemas do mundo real.

No intuito de promover esta ligação, entre jogos e resolução de problemas, nas próximas seções, é dada atenção especial a três categorias de jogos: jogos sérios, jogos colaborativos e jogos baseados em localização. Estas três categorias acrescentam coletivamente base conceitual a nossa abordagem, de *mobile geogames*, enxergando o jogo como um ferramenta capaz de coletar dados.

2.4.1 Jogos Sérios

Jogos sérios, tradução literal para “serious games”, são jogos que possuem demais finalidades que não sejam somente a recreação (MICHAEL; CHEN, 2005; GUNTER et al., 2006). Geralmente estão conectados a um contexto de aprendizado ou de simulação (PRENSKY, 2003), e estão ligados a áreas como a de defesa, educação, engenharia, ciência, política, planejamento urbano, entre outras.

Jogos deste tipo estão focados em contribuir para o aprendizado e o desenvolvimento humano, contribuindo fortemente nos campos de comunicação, visualização gráfica de informações, interatividade e entretenimento (ANDERSON et al., 2009).

Para exemplificação, no caso do *Foldit* (KHATIB et al., 2011; GOOD; SU, 2011) e do *Galaxy Zoo* (LUPKOWSKI, 2011), podemos encontrar estas características. 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.

Relacionado a questão do planejamento urbano, podemos citar o trabalho de Poplin (2012). Neste trabalho, Alenka Poplin estuda a implementação de jogos online para incentivar a participação pública no planejamento urbano. Seu caso de estudo é o protótipo de uma aplicação denominada *NextCampus*, no qual a população deve colaborar na definição de um novo local para o campus de uma universidade.

Jogos, como os citados, muitas vezes contém um contexto colaborativo, onde a disputa individual tem menor importância. Essa característica, somada a outras, estabelece uma linha tênue com o conceito de jogos colaborativos. A próxima seção descreve esta categoria de jogos.

2.4.2 Jogos Colaborativos

Jogos colaborativos tem por missão: promover a interação, a solidariedade, a comunicação e a colaboração entre os jogadores. Por essência não existem perdedores. Os jogadores divertem-se e cooperam entre si buscando atingir um objetivo, envolvendo todos de acordo com suas habilidades (FILIPPO et al., 2007).

Geralmente, tem maior aplicabilidade em ambientes escolares, mas podem ser utilizados em outras áreas, e também podem ser utilizados para coleta de dados. Por exemplo, o aplicativo *Waze* (WAZE, 2013) para *smartphones*, que propõe um trânsito

mais inteligente, através da cooperação dos motoristas, informando locais de acidentes, radares, pontos de lentidão, entre outros, tomadas as devidas adaptações no contexto de jogo, se encaixaria no conceito que descrevemos: ambiente colaborativo, que estimula a cooperação e não a competição.

Por outro lado, jogos que sejam colaborativos ou não, mas onde a localização é importante para a dinâmica do jogo, são apresentados na seção seguinte.

2.4.3 Jogos Baseados em Localização

Jogos baseados em localização são jogos que utilizam como principal recurso a localização do jogador em uma região geográfica como parte do processo do jogo (WINTER et al., 2011), e de acordo com Capra et al. (2005) e Wolff e Grüter (2008), demonstram um grande potencial para aquisição de dados baseada em dispositivos móveis. Neste campo, Matyas (2007) é um dos primeiros autores a trabalhar com este tipo de jogo com enfoque em dados especificadamente geoespaciais. Um de seus trabalhos de destaque é o *CityExplorer* (MATYAS et al., 2008).

O *CityExplorer* é um *geogame* baseado no jogo de tabuleiro *Carcassonne* (HANS IM GLÜCK, 2013). Neste último, os jogadores vão estendendo o terreno do jogo, peça a peça. Por conseguinte, eles estabelecem construções nestes terrenos, passando a controlá-los, o que lhes concede pontos dentro da lógica do jogo. Em *CityExplorer*, esta concepção é trazida ao mundo real, através de dispositivos móveis com a utilização de *GPS*. A cidade se transforma no palco do jogo, e as edificações reais se transformam em marcadores ou construções correspondentes no jogo tradicional. O *geogame* é concebido para permitir a coleta de dados geográficos. Assim para inserir um marcador ou “construir” uma nova edificação, o jogador deve tirar um foto de uma construção real por exemplo um restaurante, atribuir-lhe um nome e capturar suas coordenadas geográficas.

Existem outros esforços neste sentido, como o *CityPoker* (SCHLIEDER, 2005) e o *GeoTicTacToe* (SCHLIEDER et al., 2006). Em todos estes trabalhos, a localização é parte intrínseca da dinâmica do jogo. Para construção de jogos com estes componentes, Matyas (2007) propõe a definição de três padrões, vistos na Figura 2.3.

De acordo com a Figura 2.3, temos:

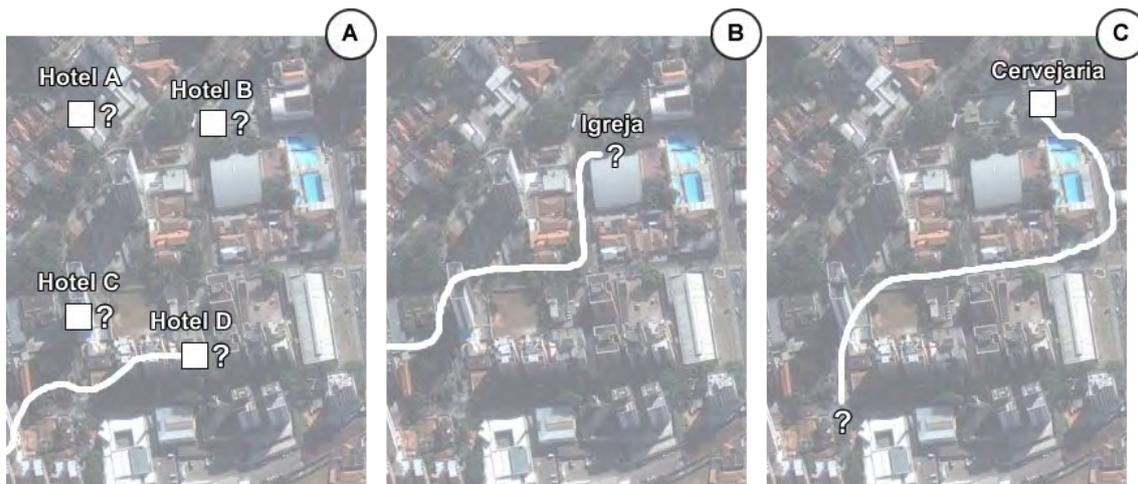


Figura 2.3 - Padrões de projeto para jogos baseados em localização. Adaptada de Matyas (2007). (©2013 Google, MapLink)

- A) **Padrão Quiz** - Este padrão está ligado a coleta de atributos geográficos. Os jogadores são desafiados a realizar buscas em uma área geográfica pré-determinada. Um exemplo poderia ser descobrir qual é o hotel mais barato em uma área específica. No fim do jogo, o jogador que consegue o melhor preço ganha.
- B) **Padrão Exploração** - Neste padrão, os jogadores buscam locais que sejam relevantes para si mesmos dentro da dinâmica do jogo. Como exemplo, no *CityExplorer*, podem buscar por uma igreja no mundo real, adicionando um marcador sobre a mesma no mundo virtual.
- C) **Padrão Transporte** - Neste padrão, inspirado por Drozd et al. (2006), os jogadores se deslocam a partir de um local relevante no mundo real e no ambiente do jogo. Como exemplo, uma cervejaria, onde os jogadores devem levar barris de cerveja virtuais a todos os bares reais encontrados na cidade.

Sejam classificados como jogos sérios, colaborativos ou baseados em localização, não nicho que abordamos, todos são vistos como uma tentativa de modelar o jogo no sentido da aquisição de dados. De fato, o foco está sobre jogos que tenham por premissa obter dados geográficos a partir de dispositivos móveis.

Como exemplo, dados coletados podem incluir dados de posicionamento (latitude, longitude, altitude, data/hora) de um jogador em um intervalo de espaço-tempo. Estes dados podem ser destinados às mais variadas finalidades, mesmo que não inicialmente previstas. Podem ser utilizados para identificação de pontos de interesse, guias turísticos, métricas de mobilidade, obtenção de trajetórias, entre outros.

Embora a análise dos dados coletados não seja objetivo direto desta dissertação, esforços nesta direção são descritos na próxima seção dentro da perspectiva da análise de dados espaço-temporais.

2.5 Dados Espaço-Temporais

Durante as últimas duas décadas muitos modelos de dados espaço-temporais têm sido propostos na literatura. Neste cenário, 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 pode ser visto em [Ferreira et al. \(2013b\)](#).

Conceitualmente, 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 primitivos. De forma geral, tipos abstratos espaço-temporais têm sido tratados do ponto de vista puramente geométrico ([PELEKIS et al., 2006](#); [GÜTING et al., 2006](#); [PRAING](#); [SCHNEIDER, 2007](#)). Contudo, alguns autores propõem um modelo conceitual para o tipo abstrato trajetória (TAD *trajectory*), de forma a considerá-lo semanticamente, com propriedades deriváveis a partir dos dados, como velocidade de movimento.

De acordo com [Spaccapietra et al. \(2008\)](#), a análise de dados de trajetória é a chave para um número crescente de aplicações que visam a compreensão e gestão de fenômenos que envolvem objetos em movimento. Para o autor, 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.

Para [Bogorny et al. \(2009\)](#), grandes quantidades de dados de trajetória são gerados por dispositivos móveis, e juntamente com 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. Os autores chegam a propor 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.

Frihida et al. (2009) nos diz que a definição do TAD *trajectory* 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 para a representação espaço-temporal com os tipos de dados usuais como pontos, linhas, polígonos.

Em vista destes esforços, boa parte ainda no estado da arte, Oueslati e Akaichi (2010) acrescentam que 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 grande potencial.

Um modelo para dados espaço-temporais é proposto por Ferreira (2012), Ferreira et al. (2013a), utilizando uma especificação algébrica que fornece especificações formais independentes da linguagem de programação adotada. A álgebra demonstrada especifica tipos de dados como unidades de construção para outros tipos. Três tipos são especificados: *time series*, *trajectory* e *coverage*, podendo ser utilizados para representar como objetos e áreas evoluem ao longo do tempo, capturando mudanças e eventos (acontecimentos individuais com início e fim), sendo úteis à modelagem de uma série de aplicações, como exemplo, serviços baseados em localização e monitoramento ambiental.

De forma prática, podemos verificar casos de análise de dados obtidos através de dispositivos móveis, por exemplo, no trabalho de Kveladze et al. (2012), que utiliza dados de localização de pessoas no espaço-tempo coletados via *GPS*, para inferir qual a maior e menor velocidades de movimento em certas ruas particulares, ou quanto tempo as pessoas permanecem nas lojas mais visitadas. O autor utiliza como técnica de exploração de dados, o cubo espaço-tempo ou *STC*, termo em inglês, que permite representar o tempo e enriquecer a visualização gráfica de trajetórias.

Revisados os tópicos das seções 2.1 a 2.5, no próximo capítulo uma arquitetura computacional para o desenvolvimento de *geogames* é proposta. A formalização de arquiteturas para estes tipos de jogos é ainda bem escassa na literatura. Os jogos, aos quais a arquitetura que propomos atende, reúnem características de jogos sérios, colaborativos e baseados em localização. O intuito é utilizar a arquitetura como diretriz na construção de artefatos capazes de realizar a coleta de dados, particularmente, dados que possam ser utilizados ou convertidos como dados de trajetória. O contexto da aplicação de estudo é voltado à mobilidade urbana em pequenas áreas.

3 UMA ARQUITETURA-BASE PARA O DESENVOLVIMENTO DE MOBILE GEOGAMES: PROPOSTA CONCEITUAL

Este capítulo propõe uma arquitetura-base para apoiar o desenvolvimento de aplicativos computacionais com componentes de interface homem-máquina baseados em jogos motivacionais, implementados sobre dispositivos móveis, que tem por objetivo, adquirir informações geográficas voluntárias. Estes aplicativos são definidos aqui como *mobile geogames*. É apresentada uma arquitetura flexível e modificada a partir de esforços encontrados na literatura, que buscam capturar as especificidades do desenvolvimento de jogos com o uso da localização (KONZACK, 2002; SCHLIEDER et al., 2005; SCHLIEDER et al., 2006; MATYAS, 2007; JACOB, 2011).

3.1 Concepção da Arquitetura-Base

A arquitetura definida, foca-se na captura de dados de localização e atributos associados, onde os jogos previstos são propostos para jogadores que estejam em movimento por uma determinada área geográfica. Contudo diferentemente de jogos dedicados inteiramente ou em maior parte ao entretenimento não é esperado que o jogo leve o usuário a uma imersividade exagerada. Este enfoque, balancear entretenimento e aquisição de dados, pode ser visto como um desafio no projeto de *geogames*.

A arquitetura é dita flexível, pois pode ser utilizada para implementação de vários padrões de *mobile geogames*, bastando alterar a **lógica de jogo** com seus objetivos. Objetivos, no contexto abordado, devem ser compreendidos de acordo com a classificação abaixo:

- **Objetivos do Jogo** - Tarefas a serem desempenhadas ou metas a serem alcançadas pelo jogador segundo o contexto do jogo. De acordo com os conceitos mais aceitos de jogos, **objetivo** é o que o jogador deve desempenhar para conseguir algum privilégio ou bonificação. Estes objetivos, devem seguir restrições, ou seja, regras e obstáculos, os quais devem ser, respectivamente, seguidos e vencidos pelo jogador.
- **Objetivos do Sistema** - Adquirir dados de localização e atributos associados. De forma exemplificada, os aplicativos que sigam esta arquitetura, deverão capturar as localizações do jogador no espaço-tempo, bem como outros dados fornecidos diretamente pelo usuário ou que estejam pré especificados pelo sistema. Estes dados, por sua vez, providenciarão uma plataforma de dados auxiliar às mais variadas aplicações.

Em vista desta classificação, sob o olhar do jogador, não é necessariamente obrigatório a correlação direta entre **objetivos do jogo** e **objetivos do sistema**. Um jogador, em princípio, não necessita compreender os **objetivos do sistema**, já que percebe o sistema sob a perspectiva de um jogo, composto por fatores motivacionais e de entretenimento.

Por seguinte, é importante compreender que a **lógica de jogo** permeia e influencia diretamente a arquitetura. Levando em conta trabalhos relacionados aos fundamentos de jogos e principalmente de forma relacionada os trabalhos enunciados no capítulo 2 abstraímos em nível macro a **lógica de jogo** de acordo com a Figura 3.1.

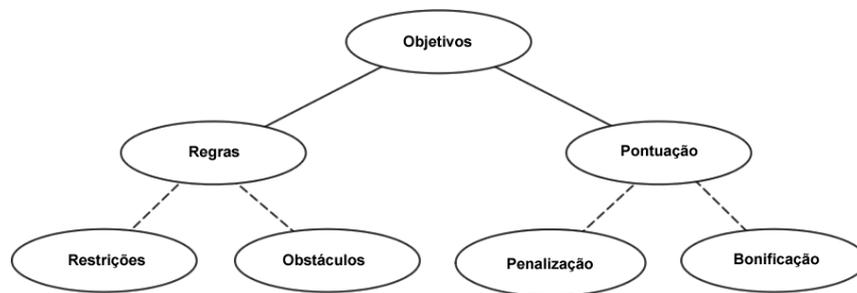


Figura 3.1 - Diagrama da **lógica de jogo**.

No escopo da Figura 3.1, além dos **objetivos do jogo**, definidos anteriormente, definimos também:

- **Regras** - São conjuntos de restrições que devem ser respeitadas pelos jogadores no processo de obtenção do **objetivo do jogo**. Contudo, dependendo do **objetivo do sistema**, deve-se alertar na utilização de padrões de jogo que não produzam um viés sobre os dados adquiridos. Exemplificando, um jogador não deveria, em princípio, ter por **objetivo** se deslocar por uma área a qual não o faria em situação natural, alheia ao jogo. Essa é uma particularidade que não é abordada pela literatura de jogos que se baseiam em localização.
- **Pontuação** - É o mecanismo de avaliação sobre o desempenho do jogador, gerando pontos de bonificação ou penalização. Além de cumprir a função natural de classificar os jogadores e definir ganhadores, sob a ótica do **objetivo do sistema**, pode ser utilizada para calibrar a qualidade da aquisição de dados.

Em termos computacionais, a arquitetura é descrita em camadas e os diagramas que expõem seu detalhes são descritos de acordo com a notação *UML* versão 2.1.1 (OMG, 2007), organizada em nós, pacotes, componentes, classes e atores. Em uma rápida revisão, segundo a notação, estes conceitos utilizados na descrição formal de artefatos computacionais, são descritos da seguinte forma:

- **Nós** - Descrevem partes físicas de hardware, nas quais o sistema será implantado. Contém componentes e outras partes executáveis do código. São utilizados em diagramas de implantação para modelar e ilustrar a disposição física dos artefatos implementados. É representado graficamente por um cubo.
- **Pacotes** - São denominações genéricas para a organização de elementos em grupo. Têm propósitos gerais e são representados por um retângulo com guia.
- **Componentes** - São as partes modulares de um sistema e seus comportamentos são definidos por suas interfaces. São representados graficamente por um retângulo com duas abas retangulares na lateral esquerda.
- **Classes** - Descrevem um conjunto de objetos que compartilham os mesmos atributos e relacionamentos (estado), operações e semântica (comportamento). São representadas graficamente, por retângulos com três divisões: nome da classe, atributos e métodos.
- **Atores** - Alguém ou algo externo ao sistema que interage com o mesmo. Representado pela figura de um boneco.
- **Pacote Componente** - São elementos muito similares a componentes, mas com comportamento de pacote, podendo conter subníveis, como pacotes filhos ou subcomponentes.

A Figura 3.2 exibe um diagrama de implantação com a disposição dos nós e pacotes com módulos de sistema pertencentes à arquitetura-base. Esta última está disposta em dois nós principais: nó **Dispositivo Móvel** e nó **Servidor**. O pacote **Aplicações**, visto à direita na Figura 3.2, indica o encaixe com a estrutura de futuras aplicações de terceiros que façam uso dos dados gerados, para fins, por exemplo, de mineração de dados. As relações entre os pacotes estabelecem relações de dependência. Dependências estereotipadas como `<<import>>`, informam que o pacote de origem acede a elementos exportados pelo pacote destino.

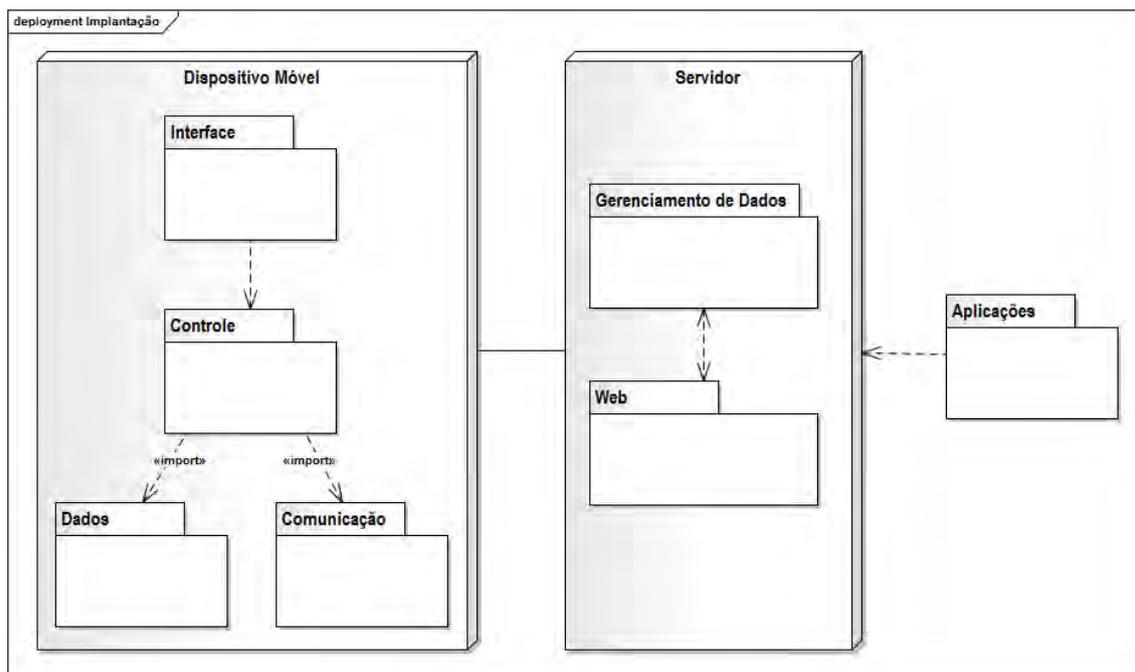


Figura 3.2 - Diagrama de implantação para o desenvolvimento de *mobile geogames*.

Nas próximas seções, 3.2 e 3.3, a arquitetura é apresentada em detalhes, esclarecendo o papel desempenhado por cada artefato.

3.2 Nó Dispositivo Móvel

O nó **Dispositivo Móvel** caracteriza uma gama de dispositivos que possam ser manipulados pelo usuário final do sistema, tais como: *smartphones* e *tablets*. Em linhas gerais, são celulares ou equipamentos com funcionalidades avançadas, tais como GPS, acelerômetro, magnetômetro (bússola digital), telas sensíveis ao toque, entre outros. Possuem um sistema operacional para o qual podem ser criadas ou estendidas aplicações, e atualmente, possuem hardware cada vez mais potentes.

3.2.1 Pacote Interface

O pacote **Interface** é o módulo do jogo responsável por prover o visual gráfico de interação com o jogador. Em relação a dispositivos móveis, manifesta-se de forma transparente através de *widgets*¹, mapas, manipulação de avatares², sensores auto-

¹ *Widgets* - Em computação, um *widget* é um elemento de interface gráfica com o usuário (GUI), que exibe informações ou fornece uma maneira específica de interação do usuário com o aplicativo. Incluem ícones, menus, botões, janelas, dentro outros que, em suma, respondem às ações do usuário (SEARS, 1993).

² *Avatares* - Em computação, um avatar é a representação gráfica de um usuário (SILVA, 2010).

máticos, reconhecimento de voz, detectores de aceleração e telas *touchscreen*. 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.

O pacote **Interface** entrega ao jogador o resultado do processamento realizado pelos componentes presentes no pacote **Controle** (próxima seção). Sobretudo, o projeto da interface deve estar em sintonia com a **lógica de jogo** assumida. Esta última, em conjunto com os **objetivos do sistema** definem a **lógica de operação** com a qual os componentes do pacote **Controle** irão operar. Veja a Figura 3.3.

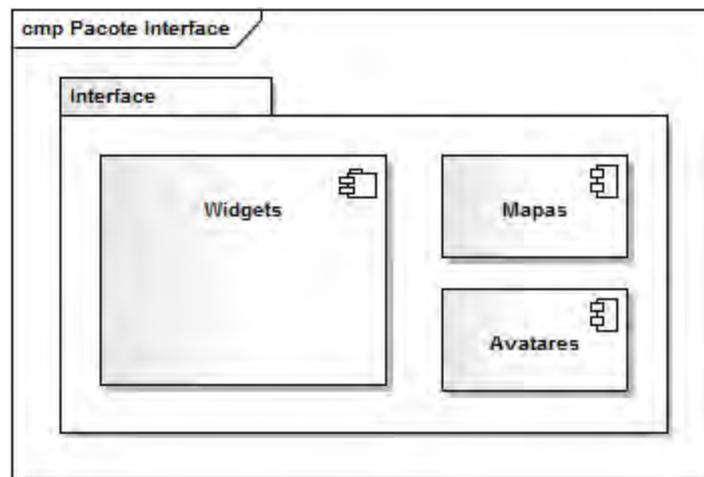


Figura 3.3 - Pacote **Interface** e seus componentes.

3.2.2 Pacote Controle

O pacote **Controle** é modelado como núcleo de processamento do nó **Dispositivo Móvel**. Sua função é gerir o acesso ao hardware do dispositivo e abstrair a **lógica de operação** do sistema, implementando os processos da aplicação que, por sua vez, têm como entradas todos eventos disparados pelos atores do sistema. Veja a Figura 3.4.

Sobre a **lógica de operação**, como já dito, é composta pelos componentes **Lógica de Jogo** e **Objetivos do Sistema**. Ela é modelada na arquitetura como um pacote. De fato, este pacote é o núcleo do sistema, onde devem estar implementados os códigos-fontes referentes ao jogo, que devem codificar como se comporta o jogo para o jogador, e de que forma dados de informação geográfica serão coletados, processados e enviados.

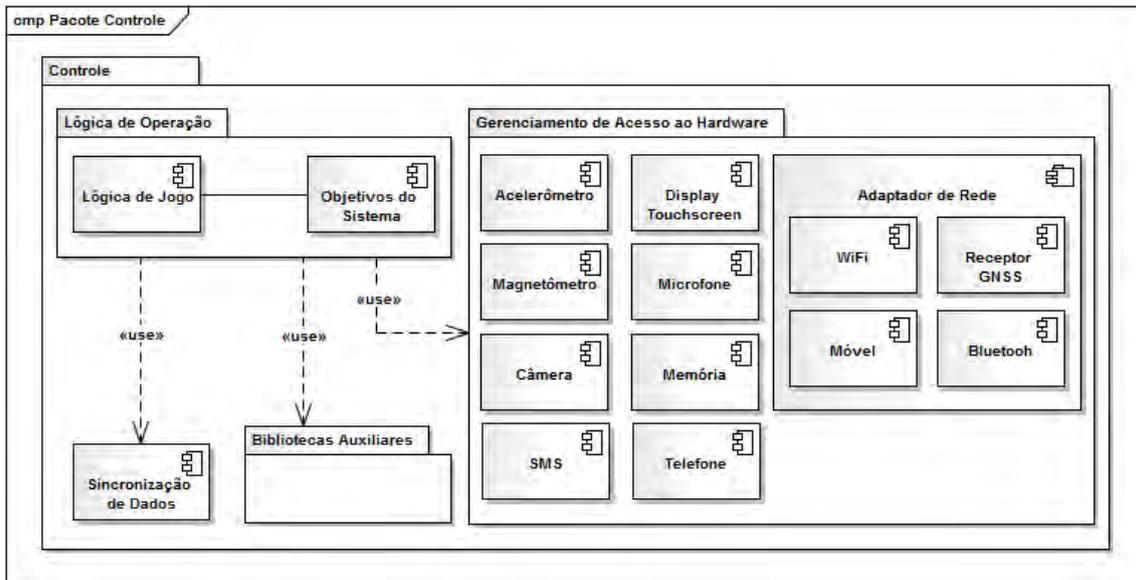


Figura 3.4 - Pacote **Controle** e seus componentes.

O modelo de dados e a comunicação com o servidor ficam por conta dos subpacotes **Dados** e **Comunicação**, respectivamente, detalhados mais adiante. A **lógica de operação** pode contar com bibliotecas auxiliares para implementação de funcionalidades específicas, e deve contar com uma camada de gerenciamento de hardware.

Tipicamente, dispositivos móveis modernos, possuidores de sistemas operacionais para os quais aplicações possam ser escritas, contam com mecanismos e *frameworks* para abstração do hardware. Assim sendo, o pacote **Gerenciamento de Acesso ao Hardware** tem apenas a pretensão de indicar onde possíveis implementações que estendam ou configurem o funcionamento do hardware devem estar organizadas.

Na abordagem desta arquitetura, entende-se que um *geogame* implementado sob dispositivos móveis pode contar com um grupo de itens de hardware. Alguns exemplos factíveis aos dispositivos móveis atuais são: acelerômetro, magnetômetro, câmera, *display touchscreen*, microfone, rede *WiFi*, *bluetooth*, rede móvel, receptor *GNSS*, entre outros.

No intuito de propor um nível maior de organização à arquitetura, os pacotes **Dados** e **Comunicação**, dependências para o pacote **Controle** foram tratados separadamente. Em suma, possuem finalidades específicas que podem ser destacadas e modeladas à parte. Os detalhes seguem nas próximas seções.

3.2.3 Pacote Dados

É responsável por fornecer o modelo de dados do sistema, que visto da perspectiva da **lógica de operação** da arquitetura, compreende o seguinte conjunto mínimo de classes: Áreas, Jogadores, Dados Geográficos e Metadados do Jogo. Veja a Figura 3.5.

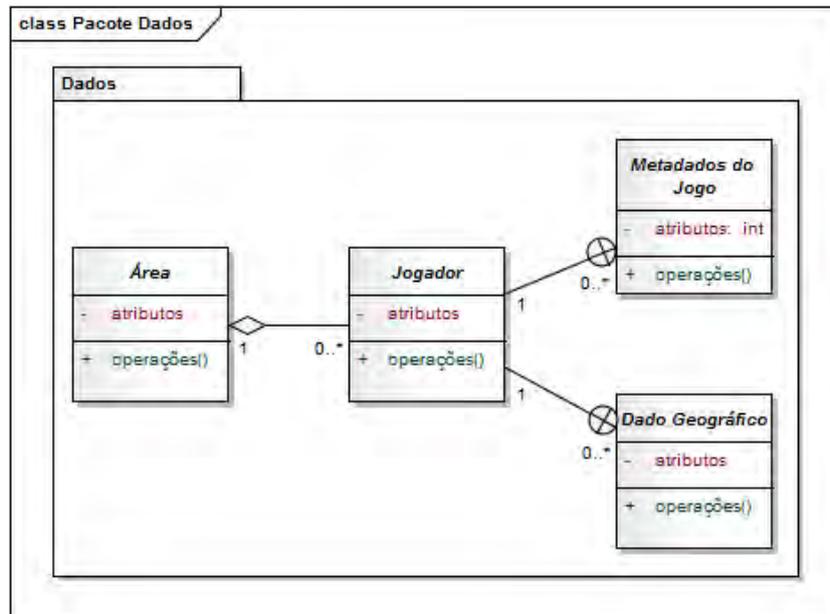


Figura 3.5 - Diagrama de classes abstratas do pacote **Dados**.

- **Áreas** - São demarcações geográficas, que quando atribuídas a um jogador, estabelecem qual o seu perímetro de atuação. Áreas, no contexto da arquitetura, são polígonos que podem ter formatos e tamanhos variáveis. Em resumo, tem a função de agrupar jogadores em regiões de estudo pré-definidas.
- **Jogadores** - Atores do jogo. Produtores de dados.
- **Dados Geográficos** - Localizações no espaço-tempo e/ou atributos associados. Atributos podem ser dados quantificáveis ou, até mesmo, informações associadas, como fotos, vídeos, entre outros.
- **Metadados do Jogo** - Pontuação e demais itens que possam vir a ser modelados como atributos do jogo associados às ações do jogador.

Além de dispor o modelo de dados da aplicação, o pacote **Dados** deve conter as implementações de persistência de dados. No que compete aos dispositivos móveis, é útil perceber dois cenários de persistência. O primeiro, diz respeito ao armazenamento local, ou seja, na memória interna do próprio dispositivo. O segundo, diz respeito ao armazenamento remoto, com acesso em tempo real. Fato é que, em virtude de diversas falhas ou intermitências de acesso que podem ocorrer, uma mescla das duas soluções é a mais adequada. Dessa forma, fatores de disponibilidade e otimização de recursos estarão satisfeitos, uma vez que, dados frequentemente acessados podem ser disponibilizados localmente e dados coletados na ausência de comunicação remota podem ser posteriormente enviados.

O núcleo do sistema, implementado pelo pacote **Controle**, deve prever um componente de sincronização, que a cada determinado período de tempo, deve atualizar dados armazenados no dispositivo e enviar dados que foram coletados na ausência de comunicação.

3.2.4 Pacote Comunicação

O pacote **Comunicação** implementa a comunicação externa realizada pelo *mobile geogame*. Tem como finalidade implementar um cliente para os *web services*³ em operação no nó **Servidor** (seção 3.3.1), e implementar ou estender os componentes relacionados a determinação de localização. Veja a Figura 3.6.

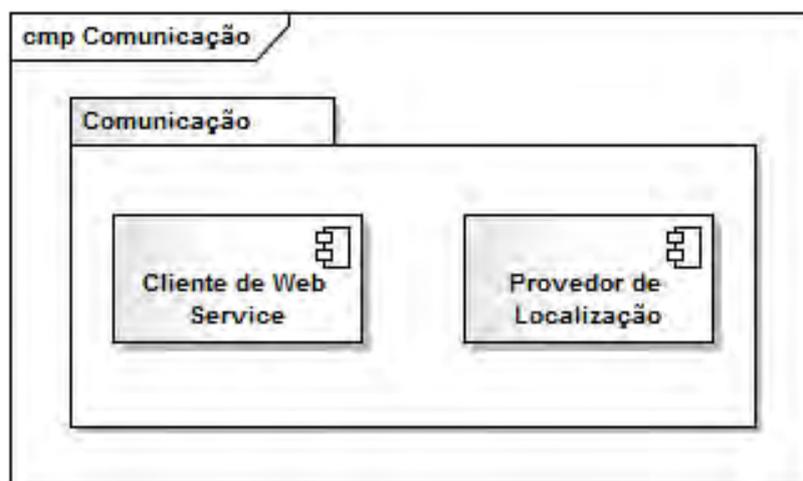


Figura 3.6 - Pacote **Comunicação** e seus componentes.

³ *Web Services* - Um *web service*, segundo o *World Wide Web Consortium (W3C, 2012)*, é um sistema de software projetado para suportar interação máquina-máquina interoperáveis sobre uma rede. Têm uma interface descrita em um formato processável e podem ser implementados sobre tecnologias como *HTTP*, *XML*, *SOAP*, *WSDL*, *SPARQL*, entre outros.

Há três categorias de comunicação previstas, que podem ser utilizadas, parcialmente ou todas juntas, em diversos padrões de jogo, são elas: dispositivo/dispositivo, dispositivo/servidor e entre o dispositivo e os meios para determinação de localização.

- **Dispositivo/Dispositivo** - Categoria de comunicação onde os dispositivos comunicam-se diretamente entre si. Útil a padrões de jogo onde é fundamental para um jogador conhecer a situação de um outro. Para pequenas distâncias, pode ser estabelecida comunicação através de redes *bluetooth*. Distâncias maiores podem contar com o envio de mensagens *SMS*. Também é interessante, como sistema de “reserva”, isto é, quando a comunicação com um servidor que detém o estado de todos os jogadores, não pode ser estabelecida.
- **Dispositivo/Servidor** - Os dispositivos comunicam-se com o servidor, principalmente através de rede *WiFi* e redes móveis (*GPRS*, *GSM EDGE*, *HSPDA*, entre outros), por onde realizam inserções e atualizações de dados, bem como, demais consultas oportunas. Neste ponto, é importante presumir a presença de um cliente de *web service* como meio interoperável de acesso.
- **Dispositivo/Determinação de Localização** - Dispositivos móveis modernos contam com receptores para *GNSS* integrados, que podem fornecer a localização do receptor em tempo real com grande acurácia. Redes *WiFi* e redes móveis também auxiliam no aumento da precisão, pois podem determinar a localização do ponto do acesso e o raio de operação da torre de transmissão, respectivamente. Esta categoria, visa destacar estes tipos de comunicação, que são remotos, porém alheios ao servidor de aplicação.

3.3 Nó Servidor

O Nó **Servidor** é caracterizado pela disponibilização de serviços a uma rede de computadores e dispositivos. No contexto do desenvolvimento de *mobile geogames*, é o canal pelo qual os dados coletados podem ser armazenados e recuperados. Deve possuir meios de acesso visíveis na *internet*. A Figura 3.7 exhibe os componentes importantes a abordagem da arquitetura-base. Nas próximas seções, eles são apresentados em maiores detalhes.

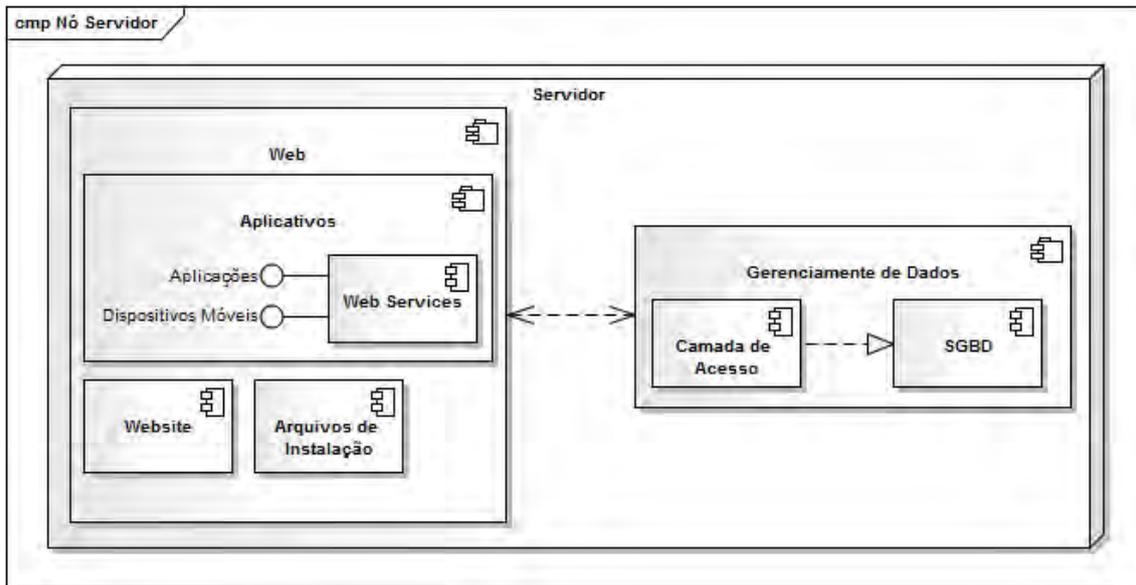


Figura 3.7 - Nó **Servidor** e seus componentes.

3.3.1 Pacote Web

O pacote componente **Web** diz respeito a implementação de um servidor *web* que, por sua vez, possui três finalidades: disponibilizar *web services* e, opcionalmente, disponibilizar arquivos de instalação do *geogame* e exibir informações relevantes ao jogo através de *website*.

Inserção, atualização e recuperação de dados estão entre as operações básicas a serem implementadas pelos *web services* desta arquitetura. Desta forma, os mesmos consomem entradas e produzem respostas. Por exemplo, responder a requisições do dispositivo móvel, sobre quais jogadores estão dentro de uma determinada área geográfica enviada como parâmetro, obter a pontuação de um determinado jogador, listar dados geográficos enviados, entre outros.

Web services são implementados por meio de um servidor de aplicativos. Podemos abstrair duas interfaces de acesso, separando serviços disponíveis aos dispositivos móveis, no contexto do jogo e, serviços que estarão disponíveis a aplicações de terceiros. Essa segunda interface dos serviços é alheia ao jogo, e está focada apenas na disponibilização dos dados coletados, como exemplo, os trajetos mais comumente realizados pelos fornecedores dos dados (jogadores), entre consultas com demais classificadores possíveis.

Opcionalmente, o servidor *web* pode ser o meio pelo qual os dispositivos adquirem o

arquivo de instalação do *geogame*. Um *website* pode disponibilizar informações sobre o jogo, conteúdo de ajuda e dispor resultados de uso geral.

3.3.2 Pacote Gerenciamento de Dados

O pacote componente **Gerenciamento de Dados** é composto pelos componentes **Camada de Acesso** e **SGBD**. A **Camada de Acesso** responde pela abstração do banco de dados. É o componente pelo qual implementações específicas de dados podem ser desenvolvidas. Por exemplo, pode utilizar-se um banco de dados convencional, e funcionalidades para tratamento de dados de tipos geográficos, caso assim o sejam, podem ser desenvolvidas no componente **Camada de Acesso**. O SGBD centraliza todos os dados coletados e/ou processados.

O próximo capítulo exhibe o projeto e implementação de um *mobile geogame*, que segue diretamente as especificações estabelecidas pela arquitetura-base proposta.

4 URBANITAS: PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM MOBILE GEOGAME PARA ESTUDO DE MOBILIDADE EM PEQUENAS ÁREAS

Utilizando a especificação proposta pelo capítulo 3, foi desenvolvido um *mobile geogame* atendendo as exigências e requisitos de cada componente da arquitetura. O jogo foi desenvolvido para operar com *smartphones* que adotam o sistema operacional *Android* ¹.

Em relação a *smartphones* atuais, os sistemas operacionais mais evidentes são: *IOS* (*Apple*), *Android* (*Google*) e *Windows Mobile* (*Microsoft*). No que diz respeito ao *Android*, a venda de aparelhos equipados com este sistema vêm tendo um crescimento vertiginoso, sobretudo por estar presente em aparelhos bem acessíveis monetariamente. 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.

Sob o preceito levantado, em relação a maturidade e disseminação do *Android*, optamos por conduzir nosso experimento com dispositivos que operam este sistema. Neste capítulo, a atenção está voltada para as implementações, decisões de projeto e aderência do *geogame* desenvolvido à arquitetura proposta.

4.1 Projeto do URBANITAS

O URBANITAS tem como filosofia favorecer a conexão das pessoas aos lugares em que vivem. No contexto do jogo, pessoas são jogadores que atuam sobre áreas geográficas pré-determinadas. Todos jogadores são anônimos e identificados pelo sistema por um *id* único e um apelido, gerados em sua primeira utilização do jogo. Também neste momento, sua área de atuação é determinada através da solicitação de seu endereço da residência. Através deste endereço, podem ser determinadas coordenadas geográficas que, por sua vez, indicarão a qual área pré-determinada o jogador pertence. Opcionalmente, também podem ser obtidas a idade e sexo do jogador.

Dentro do que estabelece a arquitetura-base, o jogo possui os seguintes objetivos:

¹*Android* - Sistema operacional baseado em *Linux*, projetado principalmente para dispositivos móveis, tais como *smartphones* e *tablets*, desenvolvido pelo *Google* em conjunto com a *Open Handset Alliance*, que permite a desenvolvedores escreverem softwares na linguagem de programação *Java* (MEIER, 2010) (ANDROID, 2012).

- **Objetivos do Jogo** - O jogador, ao se deslocar dentro da área que lhe é atribuída, deve sob sua opinião, indicar a localização desejável para a inserção de equipamentos urbanos². Estes últimos, de forma simplificada nesta dissertação, são chamados de itens urbanos. Exemplos incluem: bancos de praça, lixeiras, pontos de ônibus, postes de iluminação, entre outros. Enfim, típicos equipamentos necessários em pequenas áreas no decorrer da vida cotidiana.
- **Objetivos do Sistema** - Coletar as localizações do jogador a cada período de tempo e demais dados pré-especificados enviados pelo mesmo, registrando e mantendo os dados no servidor para análise posterior *off-line* e *on-line*.

Inicialmente, é necessário descrever a **lógica de operação** do jogo, composta pela **lógica de jogo** e os **objetivos do sistema**. O URBANITAS, ao ser iniciado, tem por requisito, monitorar de forma autônoma a localização do jogador. Para tanto, a interface principal é baseada em um mapa com a indicação de localização do jogador no espaço. Sobre esta interface o jogador pode realizar suas manipulações, controles e interações. Começando pela **lógica de jogo**, temos:

- **Objetivos** - De forma detalhada, os objetivos do jogo englobam, o jogador explorar a área a qual pertence, indicando as localizações desejáveis para inserção de itens urbanos pré-especificados dentre uma lista de opções apresentada. Também, ao sair de sua área de atuação, o jogador deve, opcionalmente, indicar qual a finalidade de deixar sua área, escolhendo dentre um conjunto de opções pré-especificadas.
- **Regras** - A indicação de um item urbano recebe a atribuição da localização atual do jogador, e pode ser realizada a cada período mínimo de 5 minutos. A indicação de finalidade de deixar sua área de atuação somente fornece pontos a cada período mínimo de 1 hora.
- **Pontuação** - Cada localização capturada fornece 1 ponto ao jogador. Cada indicação de item urbano fornece 5 pontos ao jogador. A indicação de

²Equipamento Urbano: “É todo o bem público ou privado, de utilidade pública, destinado à prestação de serviços necessários ao funcionamento da cidade, implantado mediante autorização do poder público, em espaço público e privado”. Está subdividido em categorias: circulação e transporte, cultura e religião, esporte e lazer, infraestrutura, segurança pública e proteção, abastecimento, administração pública, assistência social, educação e saúde (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 1986).

finalidade sobre saída da área especificada fornece 5 pontos ao jogador. Cada hora completa jogando acrescenta 10 pontos para o jogador. O *website* do jogo disponibiliza em tempo real o *ranking* de jogadores.

Em relação aos **objetivos do sistema**, são fundamentalmente, obter todo o trajeto realizado pelo jogador, e todos demais dados enviados pelo mesmo. Espera-se que estes dados possam fomentar inferências sobre estudos voltados à mobilidade urbana em pequenas áreas.

Assim sendo, de acordo com a **lógica de operação** descrita, definimos quatro casos de uso gerais e seus subcasos de uso. São eles: **Iniciar Jogo**, **Cadastrar Jogador**, **Jogar** e **Coletar Localização**.

- Caso de Uso: **Iniciar Jogo**:

A Figura 4.1 exibe o caso de uso **Iniciar Jogo**. Indica a ação do jogador de dar início a execução do jogo. Para tanto, dois outros casos de uso estão incluídos: **Habilitar GPS** e **Habilitar Rede**. Ambos são responsáveis por tornar disponíveis os recursos necessários a execução do jogo, quanto a ativação do receptor *GNSS* e a rede *WiFi* ou rede móvel, respectivamente.

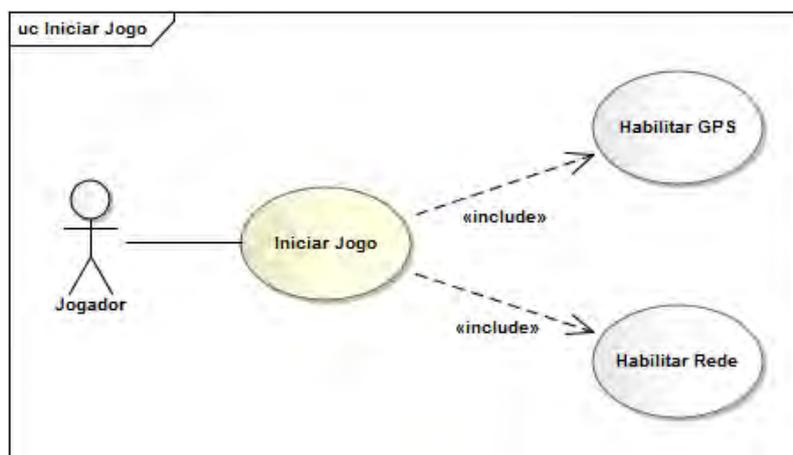


Figura 4.1 - Caso de uso **Iniciar Jogo**.

- Caso de Uso: **Cadastrar Jogador**:

A Figura 4.2 exibe o caso de uso **Cadastrar Jogador**. É dependente do caso do uso **Iniciar Jogo**. Ao iniciar o jogo, verifica se já há jogador cadastrado para o dispositivo móvel utilizado. Em caso afirmativo, executa o caso de uso **Jogar**. Caso

contrário, solicita o cadastro de um novo jogador.

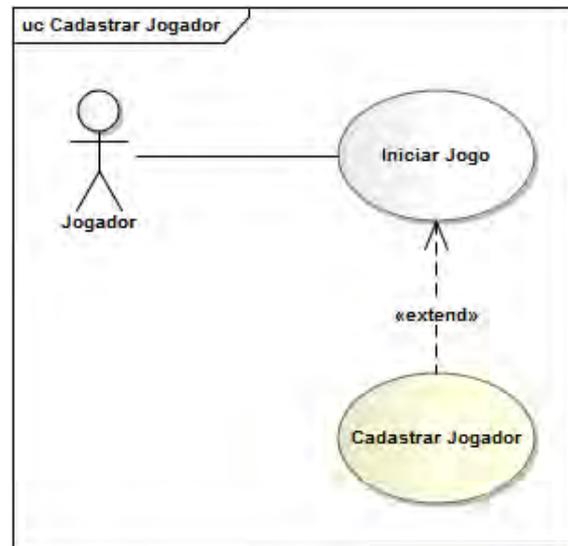


Figura 4.2 - Caso de uso **Cadastrar Jogador**.

- Caso de Uso: **Jogar**:

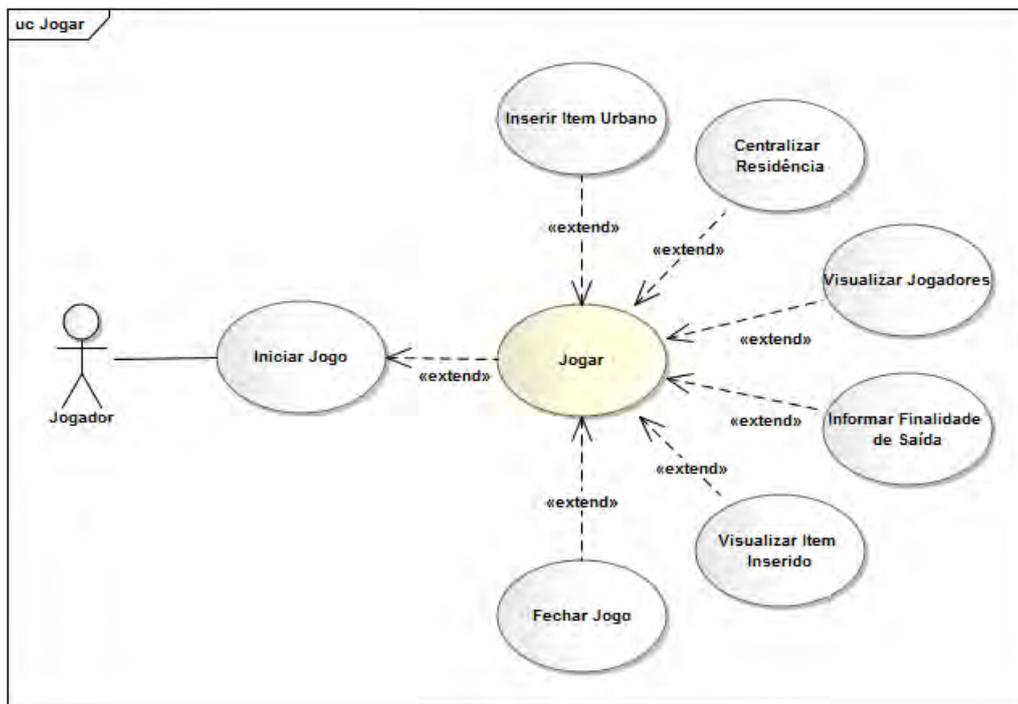


Figura 4.3 - Caso de uso **Jogar**.

A Figura 4.3 acima, exibe o caso de uso **Jogar**. Subdivide-se em seis casos de uso:

- **Inserir Item Urbano** - Insere um item urbano dentre uma lista de opções, na localização em que o jogador se encontra no momento.
 - **Centralizar Residência** - Exibe o endereço cadastrado pelo jogador no centro da tela.
 - **Visualizar Jogadores** - Permite visualizar a localização atual de outros jogadores da mesma área de atuação.
 - **Informar Finalidade de Saída** - Permite informar qual o motivo de saída da área de atuação corrente. Este subcaso de uso ocorre assim que o jogador se desloca para fora de sua área. Neste momento, uma lista de motivos possíveis é exibida para escolha do jogador.
 - **Visualizar Item Inserido** - Permite visualizar informações sobre os itens urbanos que foram inseridos anteriormente, como descrição, data e hora.
 - **Fechar Jogo** - Encerra o jogo.
- Caso de Uso: **Coletar Localização**:

A Figura 4.4 exibe o caso de uso **Coletar Localização**. Especifica a funcionalidade de coletar a localização do jogador em intervalos de tempo pré-determinados. Tem como ator o próprio sistema, e é dependente do caso de uso **Jogar**, uma vez que, somente são coletadas localizações quando o jogador está no estado de jogo.

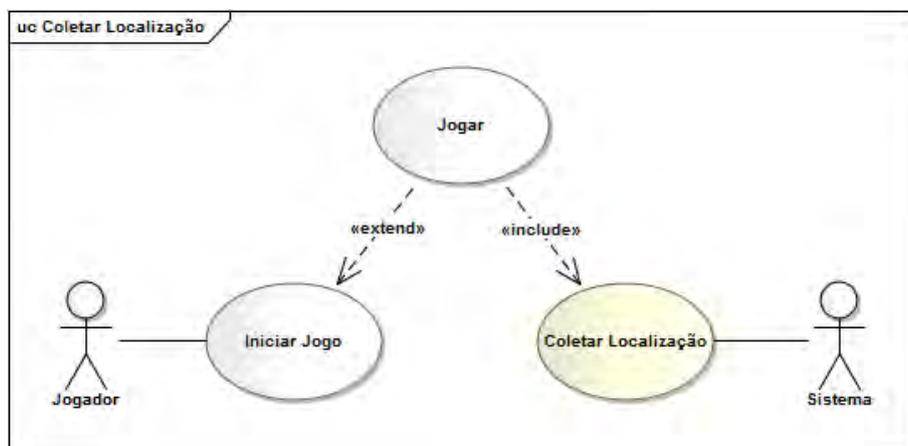


Figura 4.4 - Caso de uso **Coletar Localização**.

De posse da **lógica de operação** e dos casos de uso gerais do *geogame*, devemos conhecer as entidades que foram definidas, a fim de compreender a estrutura dos dados que serão capturados. Foram definidas seis entidades (manipuladas pelo *geogame*, como objetos e/ou tipos de dados). São elas: **area**, **player**, **location**, **item**, **playeritem**, **outsidearea** e **score**. As tabelas 4.1 a 4.7 descrevem estas entidades.

Área - Definida por dois pontos (latitude, longitude) que definem os vértices da diagonal de um retângulo envolvente sobre uma região geográfica.

Tabela 4.1 - Entidade **area** (Área).

area		
Atributo	Descrição	Tipo
id	Id da área	double
lat1	Latitude do ponto 1	double
lon1	Longitude do ponto 1	double
lat2	Latitude do ponto 2	double
lon2	Longitude do ponto 2	double
namearea	Nome da área	varchar(256)

Jogador - Está associado a uma área, possui um *id* único, apelido, idade e sexo.

Tabela 4.2 - Entidade **player** (Jogador).

player		
Atributo	Descrição	Tipo
id	Id do jogador	double
nickname	Apelido do jogador	char(20)
area	Área de atuação do jogador	double
old	Idade do jogador	double
sex	Sexo do jogador	char(1)

Localização - Indica as coordenadas geográficas de um determinado jogador associado em um instante de tempo.

Tabela 4.3 - Entidade **location** (Localização).

location		
Atributo	Descrição	Tipo
player	Id do jogador	double
dthr	Data/Horário	timestamp
lat	Latitude	double
lon	Longitude	double

Item - Caracteriza itens urbanos que possam ser inseridos pelo jogador.

Tabela 4.4 - Entidade `item` (Item Urbano)

item		
Atributo	Descrição	Tipo
id	Id do item urbano	double
nameitem	Nome do item urbano	varchar(256)
type	Tipo ou categoria do item urbano	varchar(256)

Item/Jogador - Indica a inserção de um item urbano pelo jogador, quando ocorreu e em qual localização.

Tabela 4.5 - Entidade `playeritem` (Item/Jogador)

playeritem		
Atributo	Descrição	Tipo
player	Id do jogador	double
item	Id do item	double
dthr	Data/Horário	timestamp
lat	Latitude	double
lon	Longitude	double

Fora da área - Indica as finalidades (motivos) de saída de um determinado jogador de sua área de atuação, quando ocorreu e em qual localização.

Tabela 4.6 - Entidade `outsidearea` (Fora da área)

outsidearea		
Atributo	Descrição	Tipo
player	Id do jogador	double
dthr	Data/Horário	timestamp
lat	Latitude	double
lon	Longitude	double
descr	Descrição da finalidade	varchar(256)

Pontuação - Indica a pontuação total obtida por um determinado jogador associado.

Tabela 4.7 - Entidade `score` (Pontuação)

score		
Atributo	Descrição	Tipo
player	Id do jogador	double
scorevalue	Pontuação total do jogador	integer

Conhecendo a **lógica de operação**, os casos de uso e as entidades enunciadas, as próximas seções detalham as implementações no dispositivo *Android* e no servidor.

4.2 Dispositivo *Android*

O desenvolvimento de aplicativos para *Android* é realizado na linguagem de programação *Java* e possui considerações específicas que estabelecem um *framework* para implementação de aplicações. Detalhes específicos e pertinentes para compreensão do desenvolvimento na plataforma *Android* podem ser obtidas em Meier (2010) e Android (2012).

O pacote raiz foi denominado `br.inpe.dpi.geogames` e as implementações estão organizadas de acordo com o diagrama de pacotes da Figura 4.5, com destaque para os pacotes: `gui`, `core`, `data` e `com`, que implementam os pacotes: **Interface**, **Controle**, **Dados** e **Comunicação** do **Nó Dispositivo Móvel** da arquitetura definida, respectivamente. O diagrama fornece uma visão das inter-relações entre estes pacotes, seus subpacotes e classes.

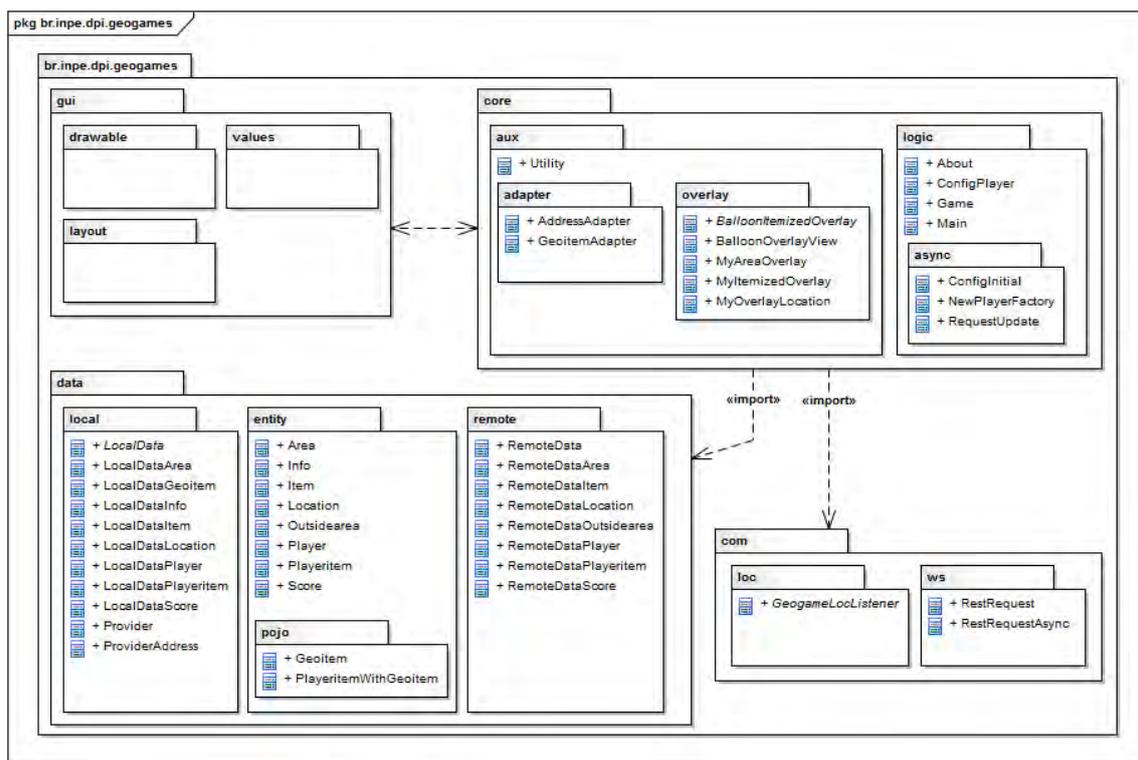


Figura 4.5 - Diagrama de pacotes da arquitetura implementada no dispositivo móvel.

4.2.1 Pacote `gui`

O pacote `gui` contém os recursos necessários para modelagem da interface gráfica com o usuário. No que diz respeito ao desenvolvimento em dispositivos *Android*,

existem especificidades quanto a organização dos pacotes, seus nomes e finalidades. Existem três subpacotes: `drawable`, `values` e `layout`. Veja Figura 4.6.

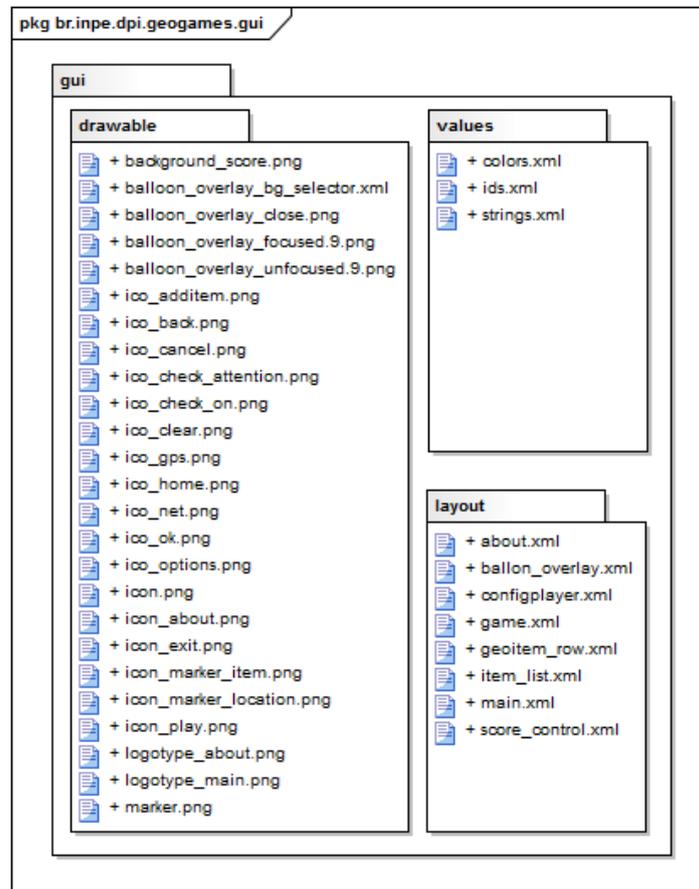


Figura 4.6 - Diagrama de pacotes do pacote `gui`.

O subpacote `drawable` concentra e disponibiliza todos arquivos de imagem utilizados pela interface do aplicativo. Alternativamente, podem ser criados três subpacotes: `drawable-hdpi`, `drawable-ldpi` e `drawable-mdpi`. Estão relacionados a dispositivos de alta, baixa e média resolução de tela, respectivamente. Desta forma, garante-se exibição gráfica compatível e de qualidade a uma gama de dispositivos diferenciados.

O subpacote `values` concentra a definição de constantes globais utilizadas pela interface. São definidos cores, *ids* e textos (títulos, subtítulos, entre outros).

O subpacote `layout`, como comumente realizado no desenvolvimento de aplicações em *Android*, especifica através de arquivos *xml* o *layout* da interface gráfica apresentada ao jogador. Veja exemplo no código fonte 4.1.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <LinearLayout
3     xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
4     android:id="@+id/game_lay"
5     android:layout_width="fill_parent"
6     android:layout_height="fill_parent"
7     android:orientation="vertical"
8     android:weightSum="10" >
9     <com.google.android.maps.MapView
10        android:id="@+id/game_mapview"
11        android:layout_width="wrap_content"
12        android:layout_height="wrap_content"
13        android:layout_weight="10"
14        android:apiKey="0hrtry1Us_X6ocdLKhTavF4d_mQgehQXO7qFbkg" />
15     <LinearLayout
16        android:id="@+id/game_lay1"
17        android:layout_width="fill_parent"
18        android:layout_height="wrap_content"
19        android:layout_weight="0"
20        android:background="@color/cinza3"
21        android:paddingBottom="5dp"
22        android:paddingLeft="2dp"
23        android:paddingRight="2dp"
24        android:paddingTop="7dp"
25        android:weightSum="10" >
26         <ImageButton
27            android:id="@+id/game_button_additem"
28            android:layout_width="wrap_content"
29            android:layout_height="wrap_content"
30            android:layout_weight="2.5"
31            android:contentDescription="@string/app_name"
32            android:src="@drawable/ico_additem" />
33         <ImageButton
34            android:id="@+id/game_button_home"
35            android:layout_width="wrap_content"
36            android:layout_height="wrap_content"
37            android:layout_weight="2.5"
38            android:contentDescription="@string/app_name"
39            android:src="@drawable/ico_home" />
40         <ImageButton
41            android:id="@+id/game_button_options"
42            android:layout_width="wrap_content"
43            android:layout_height="wrap_content"
44            android:layout_weight="2.5"

```

```

45     android:contentDescription="@string/app_name"
46     android:src="@drawable/ico_options" />
47     <ImageButton
48         android:id="@+id/game_button_back"
49         android:layout_width="wrap_content"
50         android:layout_height="wrap_content"
51         android:layout_weight="2.5"
52         android:contentDescription="@string/app_name"
53         android:src="@drawable/ico_back" />
54 </LinearLayout>
55 </LinearLayout>

```

Código fonte 4.1 - Exemplo de especificação da interface com o usuário (game.xml).

A Figura 4.7 exibe o diagrama de modelo de interface com o usuário. O diagrama fornece o fluxo principal de navegação entre as telas, de acordo com os casos de uso gerais do aplicativo.

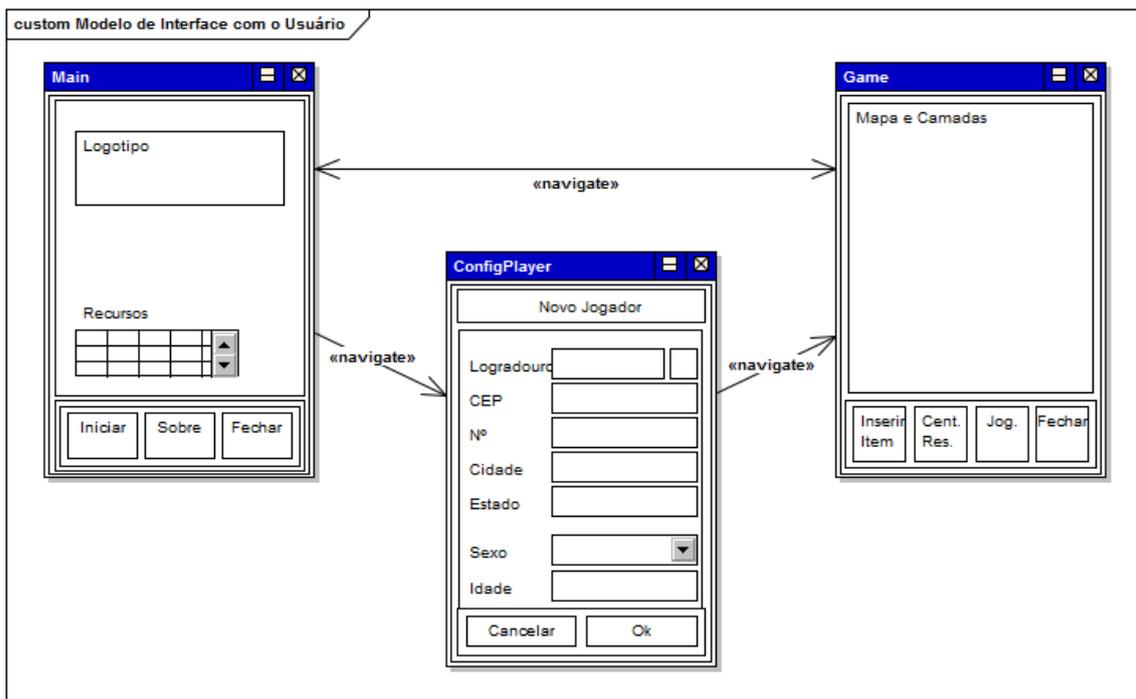


Figura 4.7 - Diagrama do modelo de interface com o usuário.

Posteriormente, no subpacote `logic` do pacote `core` (subseção 4.2.4) é realizada a vinculação a esta especificação, onde cada *widget* definido é implementado. De fato, na aplicação desenvolvida, boa parte do que se visualiza no jogo evolui so-

bre o mapa, aqui especificado pelo *widget* com `google.android.maps.MapView` da biblioteca *Google Maps Android API* (GOOGLE DEVELOPERS, 2013a).

4.2.2 Pacote data

O pacote `data` organiza-se nos pacotes `entity`, `local` e `remote`. O subpacote `entity` possui classes que representam todas entidades (tipos de dados) declarados para manipulação do jogo. Os subpacotes `local` e `remote` providenciam as fachadas de acesso, consulta e persistência destas entidades, em memória interna ou em ambiente remoto.

No caso do subpacote `local`, as classes estendem a classe abstrata `LocalData`. A classe `Provider` providencia acesso a memória interna do dispositivo. Neste caso, uma base `SQLite` (SQLITE, 2013), conforme prevê as implementações em *Android*. A seção 4.2.4 fornecerá maiores detalhes sobre como dados locais podem auxiliar a aplicação. A Figura 4.8 mostra um diagrama de classes para o pacote `local`.

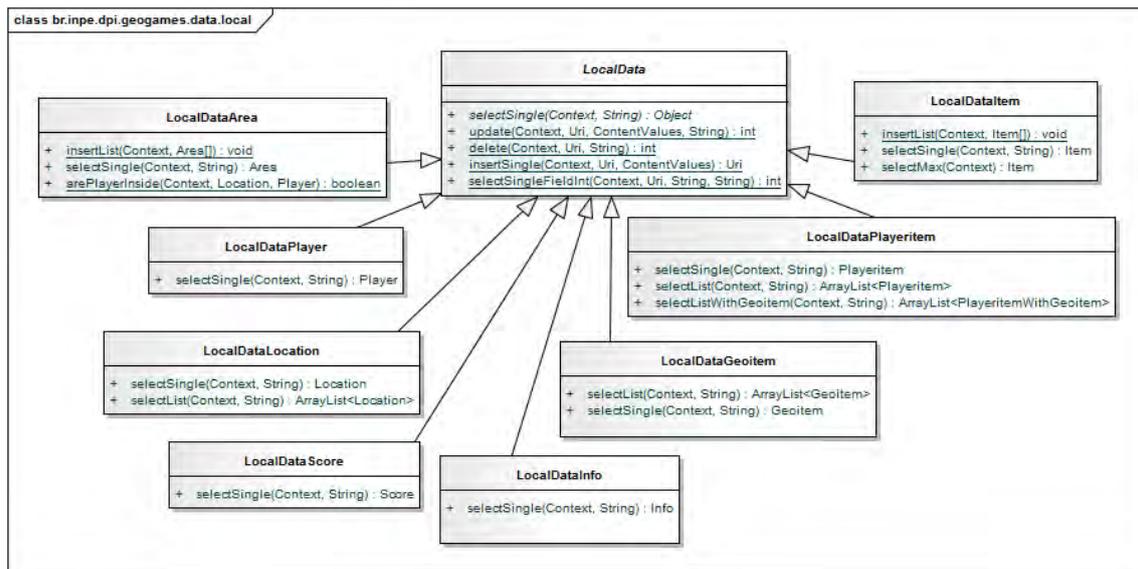


Figura 4.8 - Diagrama de classes do pacote `local`.

Para o subpacote `remote`, as classes estendem a classe `RemoteData`. Esta última, herda da classe `RestRequest` do subpacote `ws` do pacote `com` (subseção 4.2.3), que por sua vez, utiliza-se da metodologia *RestFul* para acesso a *web services*. A Figura 4.9 mostra um diagrama de classes para o pacote `remote`.

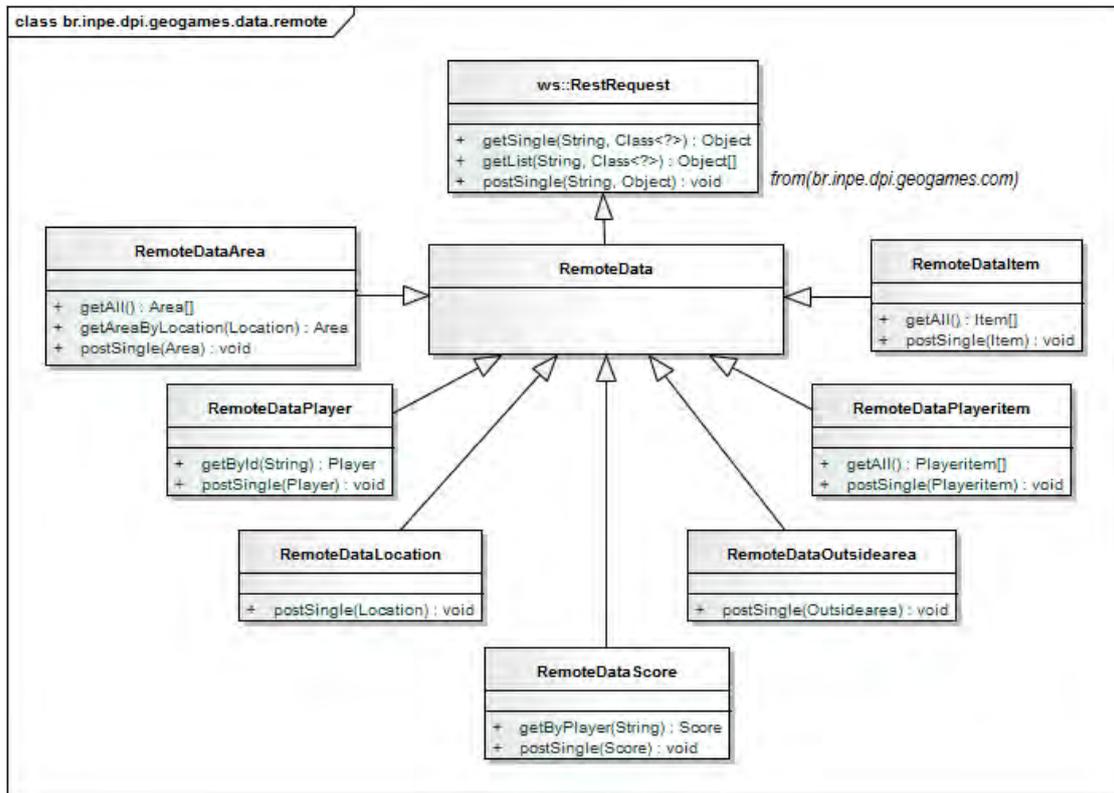


Figura 4.9 - Diagrama de classes do pacote `remote`.

4.2.3 Pacote com

O pacote `com` contempla a implementação da comunicação realizada pelo dispositivo, seja para consulta/envio de dados ao servidor através de *web service* ou para determinação de localização geográfica.

O subpacote `ws` contém as classes `RestRequest` e `RestRequestAsync`, que implementam duas formas de comunicação, síncrona e assíncrona, respectivamente. Desta forma, dados vitais ao prosseguimento da aplicação são obtidos de forma síncrona, já sincronizações secundárias ou atualizações são realizadas de forma assíncrona, ou seja, executam em paralelo com o estado corrente da aplicação.

Ambas abordagens, síncrona e assíncrona, são implementadas através de um cliente de *web service* com a utilização de recursos nomeados, segunda a metodologia *Rest-Ful*, utilizando a biblioteca auxiliar *SpringAndroidRestTemplate* do projeto *Spring For Android* (SPRING SOURCE COMMUNITY, 2013).

O subpacote `loc` contém a classe `GeogameLocListener`. A mesma é responsável pela determinação da localização geográfica do jogador a cada período de tempo especi-

ficado. De fato, para o *geogame* construído, uma nova localização é determinada a cada período de 30 segundos ou a cada 30 metros deslocados, o que ocorrer primeiro. Em vista da acurácia e precisão necessárias para atestar a qualidade dos dados de localização, principalmente, imaginando-se áreas geográficas de grande escala, onde erros sistemáticos e aleatórios já estão inseridos, como no caso de receptores *GNSS*, o pseudo-código 4.2 exibe o algoritmo utilizado para validar uma localização obtida, verificando se a mesma é “melhor” que a localização corrente.

```

1 verificaMelhorLocalização(locObtida, melhorLocAtual){
2     se melhorLocAtual é nula
3         retorna locObtida //uma nova localização é melhor do que nenhuma
4
5     se locObtida é significativamente mais nova (mais de 2 minutos)
6         retorna locObtida //usuário pode ter se locomovido
7
8     se locObtida é significativamente mais velha (2 minutos a menos)
9         retorna melhorLocAtual
10
11    se locObtida é mais acurada
12        retorna locObtida //locObtida possui maior acurácia
13
14    se locObtida é mais nova (entre 0 e 2 minutos) && menos acurada
15        retorna locObtida
16
17    se locObtida é mais nova (entre 0 e 2 minutos) && significativamente menos acurada &&
18        porém obtidas pelo mesmo provedor
19        retorna locObtida //provedores possíveis: Rede Móvel, WiFi e GPS
20
21    retorna melhorLocAtual // nos demais casos
22 }
```

Código fonte 4.2 - Pseudo-código de validação de localização obtida.

Adaptado de Google Developers (2013c).

4.2.4 Pacote core

O pacote **core** contém as implementações da **lógica de operação** do aplicativo. A especificação da interface com o usuário realizada anteriormente em arquivos *xml* é implementada pelas classes do subpacote **logic**. São implementadas como *Activities*³ no *Android*, pelas classes: **Main**, **Game** e **ConfigPlayer**.

³*Activities (Android)* - Uma *Activity* é um componente de aplicação que provê uma tela onde o usuário interage com a aplicação. *Activities* utilizam *Views (widgets)* para construir a interface gráfica com o usuário, exibindo informações e respondendo as ações do usuário (MEIER, 2010).

De acordo com o modelo de navegação das telas do jogo, seguem demais considerações sobre o fluxo de execução principal da aplicação:

- 1) Na *activity Main* aguarda habilitação de *GPS* e acesso a internet;
- 2) Com recursos habilitados, habilita botão “Iniciar Jogo”;
- 3) Ao pressionar “Iniciar Jogo”, na primeira execução, carrega e configura pré-definições do jogo obtidas através da classe `logic.async.ConfigInitial`, como criação de base de dados local e *url's* de acesso remoto. O passo seguinte é verificar a existência de jogador cadastrado no servidor com o *id* do dispositivo em uso;
 - 3.1) Caso não exista, solicita cadastro de jogador pela *activity ConfigPlayer*;
 - 3.1.1) Solicita endereço do jogador e opcionalmente sexo e idade;
 - 3.1.2) Com base no endereço, atribui a área correspondente que encontra-se pré-definida no servidor;
 - 3.1.3) Cadastra o jogador no servidor e sincroniza a definição de itens e área do jogador na base de dados local;
 - 3.2) Caso o usuário exista, realiza sincronização na base de dados local da definição de itens, da área e de itens anteriormente inseridos do jogador;
- 4) Vai para *activity Game*;
 - 4.1) Exibe um ícone central no mapa sobre o endereço definido pelo jogador;
 - 4.2) Coleta automaticamente a localização do jogador a cada período de 30 segundos ou deslocamentos de 30 metros;
 - 4.3) Tenta sincronizar a base de dados local a cada 1 minuto com a base de dados remota;
 - 4.4) “Ouve” todas as ações do jogador, de acordo com os subcasos de uso, **Inserir Item Urbano, Centralizar Residência, Visualizar Jogadores, Informar Finalidade de Saída, Visualizar Item Inserido e Fechar Jogo** do caso de uso **Jogar**.

As implementações sobre a manipulação das camadas que são criadas sobre o mapa, como a de itens urbanos, de pontuação obtida pelo jogador, da delimitação de áreas e demais funções auxiliares à execução do jogo concentram-se no subpacote `aux`.

No subpacote `async`, a classe `RequestUpdate` é responsável por realizar a sincronização da base de dados local. Em suma, a cada minuto são realizadas requisições *REST* no servidor, no intuito de atualizar a definição de `areas` e `items`, além de descarregar dados de `location`, `outsidearea`, `playeritem` e `score`. As vantagens desta implementação são:

- Dados incessantemente acessados, como `areas` e `items` podem ser acessados de forma local, minimizando “gargalos” e otimizando os recursos de comunicação, que embora bem mais aprimorados atualmente, ainda são citados como desafios na obtenção de dados através de dispositivos móveis pela literatura.
- Na falta momentânea de comunicação, dados de `location`, `outsidearea`, `playeritem` e `score` são armazenados localmente e a cada tentativa de sincronização, na obtenção de conexão, são enviados e descarregados do dispositivo para o servidor, diminuindo a perda de dados em áreas de “sombra”, que não possuem acesso a internet.

A seguir, na Figura 4.10, temos um exemplo de execução do URBANITAS, a fim de ilustrar cada estado do jogo. Estas telas pertencem a um experimento real que será abordado no capítulo 5 como prova de conceito.

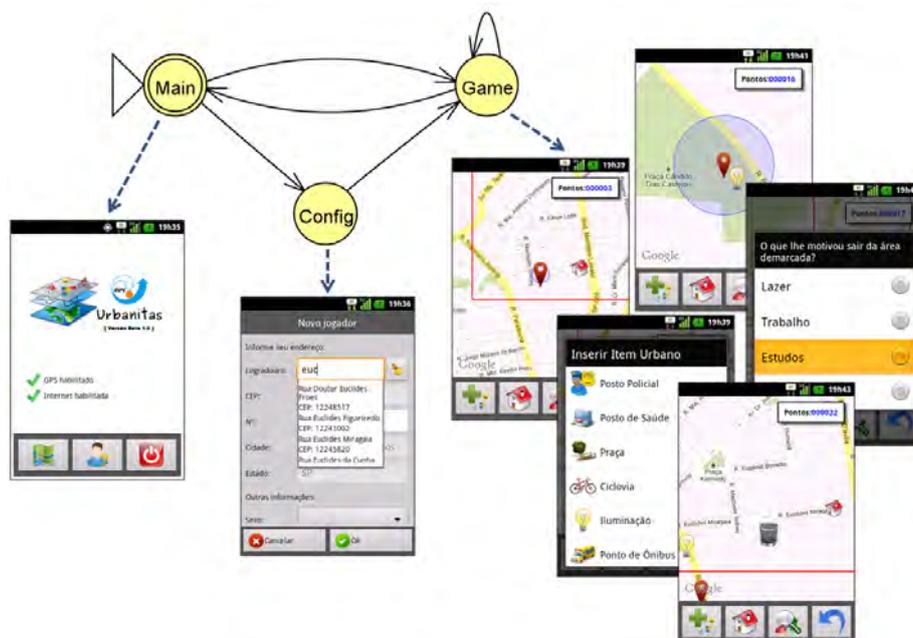


Figura 4.10 - Exemplo de telas do jogo em teste de execução.

4.3 Servidor

O servidor utilizado foi configurado com o servidor de aplicativos GlassFish (GLASSFISH COMMUNITY, 2013), *SGBD* PostgreSQL (POSTGRESQL, 2013) e JDK 7 (ORACLE, 2013). O domínio *web* configurado para implantação do projeto é <http://www.dpi.inpe.br/geogames>. Neste *link* é possível ao jogador obter informações sobre o jogo, obter o arquivo de instalação para o dispositivo móvel e acompanhar o *ranking* de pontuação dos jogadores.

Sobre a organização das implementações computacionais, relativas ao *web service*, estão dispostas segundo o diagrama de pacotes apresentado na Figura 4.11. Aqui representamos os pacotes de código-fonte principais que serão executados no servidor de aplicativos.

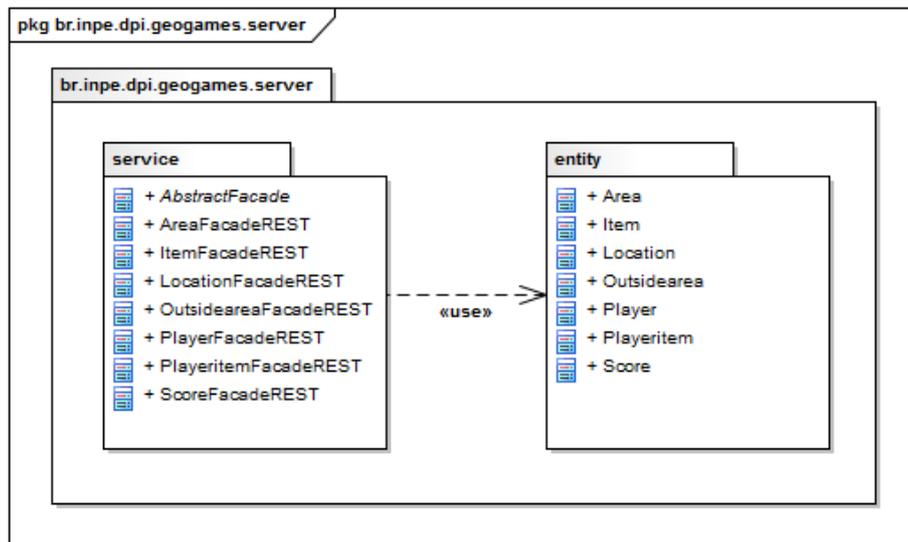


Figura 4.11 - Diagrama de pacotes das implementações no servidor.

As classes do subpacote *service* implementam fachadas de acesso às entidades (implementadas pelo subpacote *entity*) utilizando a metodologia *RestFul*. Seus métodos são anotados com operações *@POST* para inserção de dados, *@GET* para consultas, *@DELETE* para deleção e *@PUT* para atualização. Operações típicas disponíveis ao protocolo *HTTP* (RICHARDSON; RUBY, 2007). Assim sendo, são consumidas entradas e produzidas saídas *JSON*, *XML* ou *plain/text*. Veja parte do código fonte 4.3 (*PlayerFacadeREST.java*) como exemplificação.

```

1 ..
2 @Stateless
3 @Path("entity.player")
4 public class PlayerFacadeREST extends AbstractFacade<Player> {
5 ...
6     @POST
7     @Override
8     @Consumes({"application/xml", "application/json"})
9     public void create(Player entity) {...}
10
11     @PUT
12     @Path("/{id}/items")
13     @Consumes({"application/xml", "application/json"})
14     public void editItems(Player entity) {...}
15
16     @DELETE
17     @Path("/{id}")
18     public void remove(@PathParam("id") String id) {...}
19
20     @GET
21     @Path("/{id}/items")
22     @Produces({"application/xml"})
23     public Collection<Playeritem> findItemsById(@PathParam("id") String id) {...}
24
25     @GET
26     @Path("/{id}/lastlocation")
27     @Produces({"application/xml"})
28     public Location findLastLocationById(@PathParam("id") String id) {...}
29 ...
30 }

```

Código fonte 4.3 - Exemplo de anotações de métodos nas classes implementadas como fachadas de acesso *REST* (`PlayerFacadeREST.java`).

As classes do subpacote `service` disponibilizam funcionalidades para utilização pelo *mobile geogame*, bem como para extração dos dados por parte de terceiras aplicações que pretendam fazer uso dos dados. Decidiu-se pelo armazenamento convencional, por dados alfanuméricos. Caso necessário, bibliotecas auxiliares ou extensões espaciais podem vir a ser usadas para formatação dos dados armazenados à aplicações que visam obter os dados em algum determinado formato.

A Figura 4.12 exhibe o diagrama entidade-relacionamento das tabelas gerenciadas pelo *SGBD* em notação *Crow's Foot* (MARTIN, 1986).

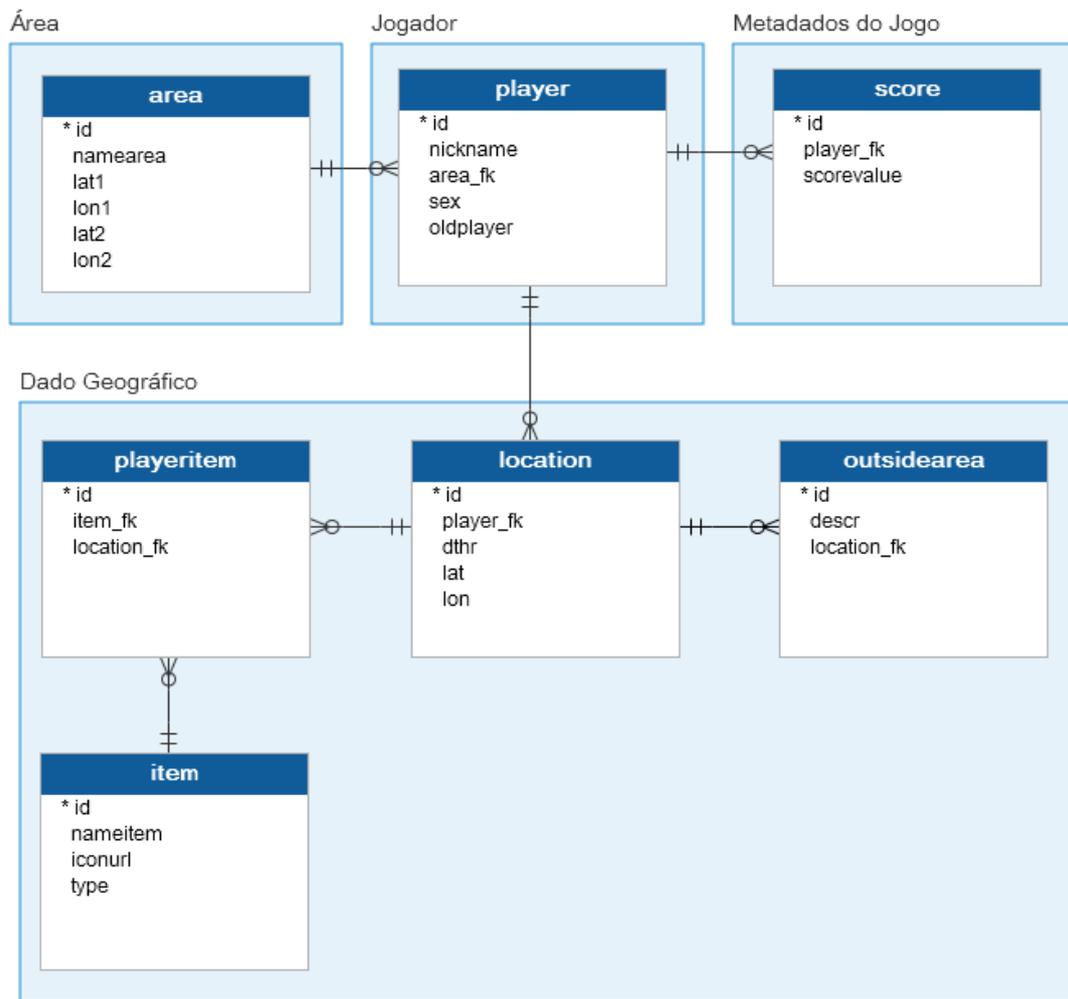


Figura 4.12 - Diagrama entidade-relacionamento das tabelas gerenciadas pelo SGBD.

No capítulo 5, uma prova de conceito do URBANITAS é apresentada, onde um conjunto pequeno de jogadores executa o aplicativo na cidade de São José dos Campos/SP.

5 PROVA DE CONCEITO: URBANITAS EM AÇÃO

Neste capítulo, seis jogadores voluntários colaboram para promover um exercício real com o URBANITAS no espaço urbano de São José dos Campos/SP, fazendo uso do aplicativo entre os dias 05/12/2012 e 10/12/2012. O intuito não é analisar dados coletados ou realizar testes de conteúdo, e sim validar a arquitetura-base através da demonstração de uso do jogo por voluntários em um ambiente real.

O URBANITAS tem como requisito de funcionamento, a versão 2.1 do *Android* ou superior. Ele está disponibilizado no *website* <http://www.dpi.inpe.br/geogames>, onde o arquivo de instalação pode ser obtido, conforme prevê o pacote **Web** para o nó **Servidor** da arquitetura-base proposta. Em particular, o aplicativo pode ser obtido via *download* clássico ou através de leitura de código *QR-Code* (código de barras bidimensional).

Foi realizada a coleta de dados requeridos pela lógica de operação do URBANITAS, implementados no pacote `br.inpe.dpi.geogames.data`, conforme prevê o pacote **Dados** do nó **Dispositivo Móvel** da arquitetura-base: metadados do jogo (pontuação: `score`) e dado geográfico (item urbano desejado: `playeritem`, informação de motivo de saída de área: `outsidearea`, posicionamento do jogador: `location`).

Os dados de áreas (área: `area`), e de itens urbanos para inserção, dado geográfico (item urbano: `item`), foram pré-definidos para esta prova de conceito. Os dados de jogadores (jogador: `player`), foram obtidos no momento em que os jogadores realizaram adesão ao aplicativo, conforme especificam os casos de uso descritos no projeto do URBANITAS.

Em relação ao dados pré-definidos, foram criadas, como exemplo, quatro áreas na cidade de São José dos Campos/SP. A tabela 5.1 contém a delimitação das áreas e a Figura 5.1 ilustra-as no mapa.

Tabela 5.1 - Áreas pré-definidas.

Áreas (area)		
Nome	Pt. 1 (latitude, longitude)	Pt. 2 (latitude, longitude)
Centro	(-23.192931, -45.890109)	(-23.185396, -45.8825560)
Vila Adyana	(-23.202085, -45.900192)	(-23.194847, -45.889421)
Vila Ema	(-23.207505, -45.906832)	(-23.203246, -45.896704)
Jardim da Granja	(-23.210013,-45.861633)	(-23.200704, -45.851225)

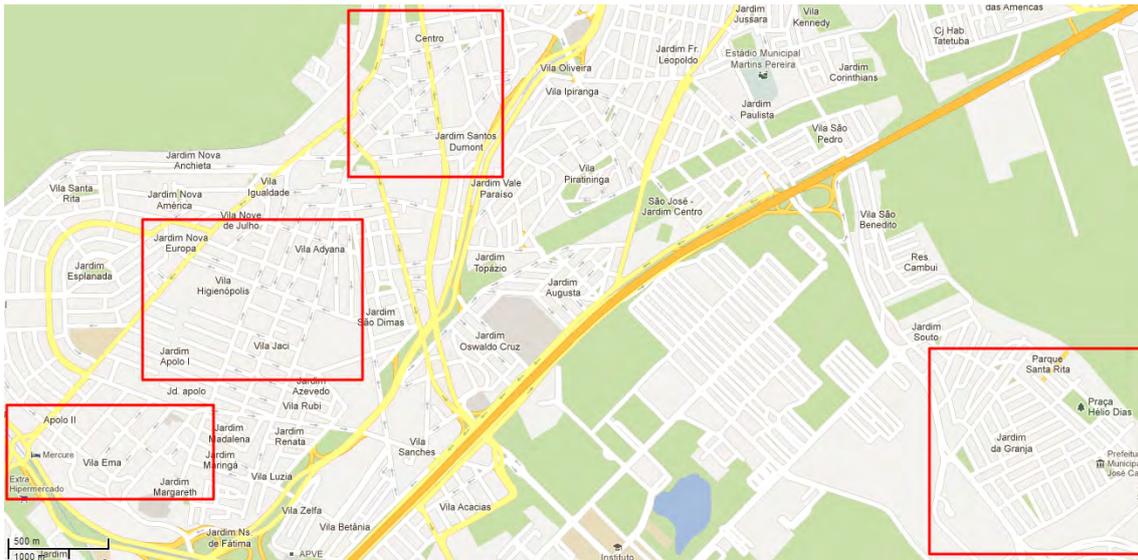


Figura 5.1 - Mapa com áreas pré-definidas. (©2013 Google, MapLink)

Quanto aos itens urbanos, foram criados oito itens, tomados como exemplos, os quais os jogadores poderiam realizar a inserção, como itens desejáveis na região em que vivam. A tabela 5.2 exibe a listagem dos itens.

Tabela 5.2 - Itens urbanos pré-definidos.

Itens Urbanos	
	Posto Policial
	Posto de Saúde
	Praça
	Ciclovía
	Iluminação
	Ponto de Ônibus
	Lixeira
	Calçamento

Para esta prova de conceito, os jogadores participantes receberam instruções para realizar o *download* do jogo e proceder a instalação. Em seguida, deveriam iniciar o jogo e habilitar os recursos necessários, GPS e *internet* (caso de uso **Iniciar Jogo** do projeto do URBANITAS). Na tela de cadastro de jogador, deveriam informar seu endereço de residência dentre uma listagem autocompletada de endereços da cidade de São José dos Campos/SP (caso de uso **Cadastrar Jogador**). Neste momento, o aplicativo automaticamente descobria as coordenadas geográficas do endereço, inserindo um ícone em formato de casa sobre o endereço do jogador no mapa do jogo. A partir deste momento, todas funcionalidades estavam disponíveis e o jogador podia começar a interagir com o jogo (caso de uso **Jogar**), iniciando o processo de aquisição de dados (caso de uso **Coletar Localização**).

Todas essas ações conforme preveem os pacotes **Interface**, **Controle** e **Comunicação** da arquitetura-base, implementados pelos pacotes `br.inpe.dpi.geogames.gui`, `br.inpe.dpi.geogames.core` e `br.inpe.dpi.geogames.com` no URBANITAS.

A tabela 5.3 exibe os dados dos jogadores voluntários participantes.

Tabela 5.3 - Jogadores voluntários participantes.

Jogadores (player)			
<i>Nickname</i>	<i>Id</i>	Sexo	Idade
JogCentro1	*****449	M	26
JogCentro2	*****741	F	33
JogCentro3	*****892	M	24
JogCentro4	*****125	M	28
JogJardimdaGranja1	*****541	F	25
JogJardimdaGranja2	*****100	M	21

Foi desenvolvida uma aplicação *web* com a utilização da *Google Maps API* (GOOGLE DEVELOPERS, 2013b) para plotagem das trajetórias realizadas e exibição dos itens urbanos inseridos pelos jogadores. Como exemplificação, para o jogador de *nickname* “JogCentro1”, foram capturadas *screenshots* para cada processo do jogo. Assim, é possível verificar, passo a passo, a execução do jogo, em aderência à arquitetura-base proposta implementada pelo jogo.

Iniciando pela Figura 5.2, são exibidos, o processo de instalação do URBANITAS, tela inicial e tela com informações do jogo.



Figura 5.2 - Processo de instalação do URBANITAS com tela inicial (*Activity Main*) e tela com informações do jogo (*Activity About*).

A seguir, na Figura 5.3 é exibida a tela de cadastro de jogador (*Activity Config-Player*) e tela inicial do jogo (*Activity Game*).

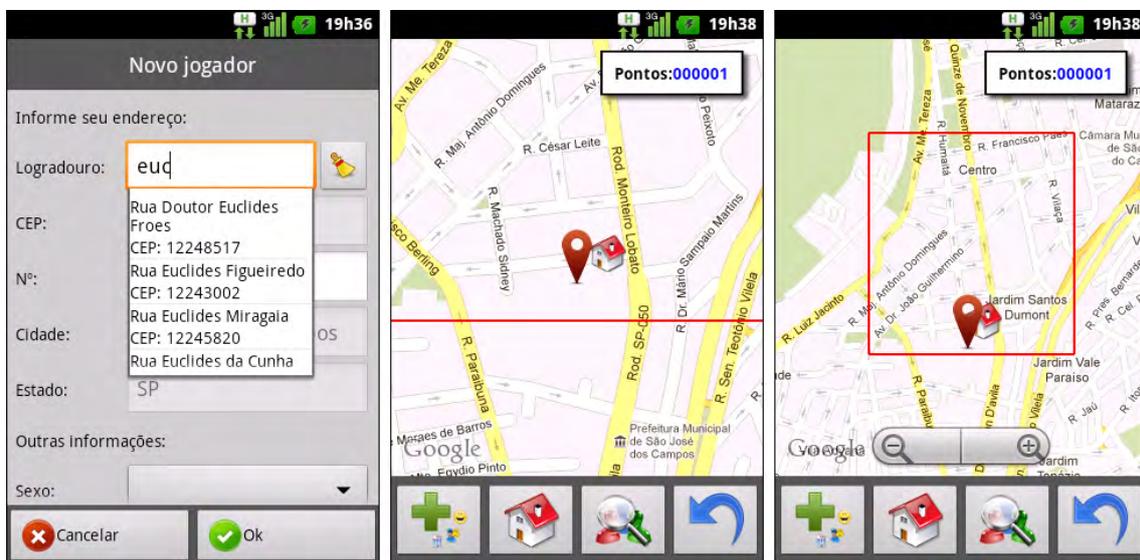


Figura 5.3 - Tela de cadastro de jogador à esquerda e telas iniciais do jogo, no centro e à direita.

Na Figura 5.4, é exibida a trajetória realizada pelo jogador “JogCentro1”, à medida que utiliza o URBANITAS. O tracejado refere-se a delimitação da área “Centro”.

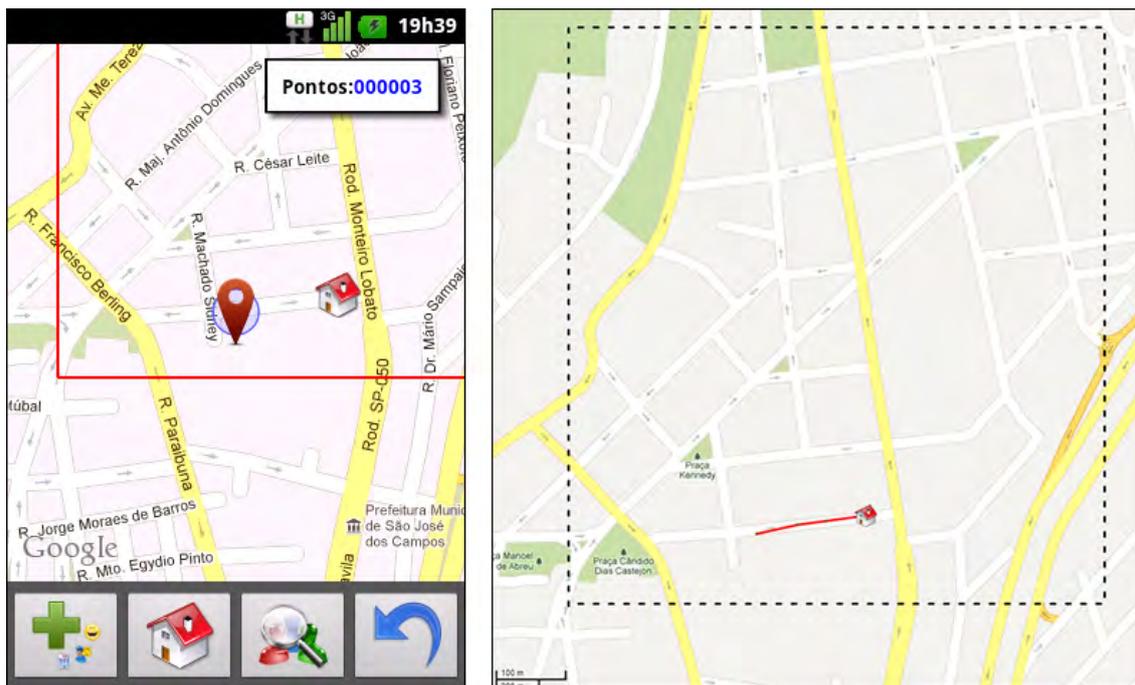


Figura 5.4 - Trajetória realizada pelo jogador “JogCentro1” em tempo real. Tela do dispositivo móvel à esquerda. Exibição dos dados no servidor à direita.

A Figura 5.5 exibe um caso de indicação de item urbano desejável. Neste caso, foi inserido o item urbano “Lixeira”.

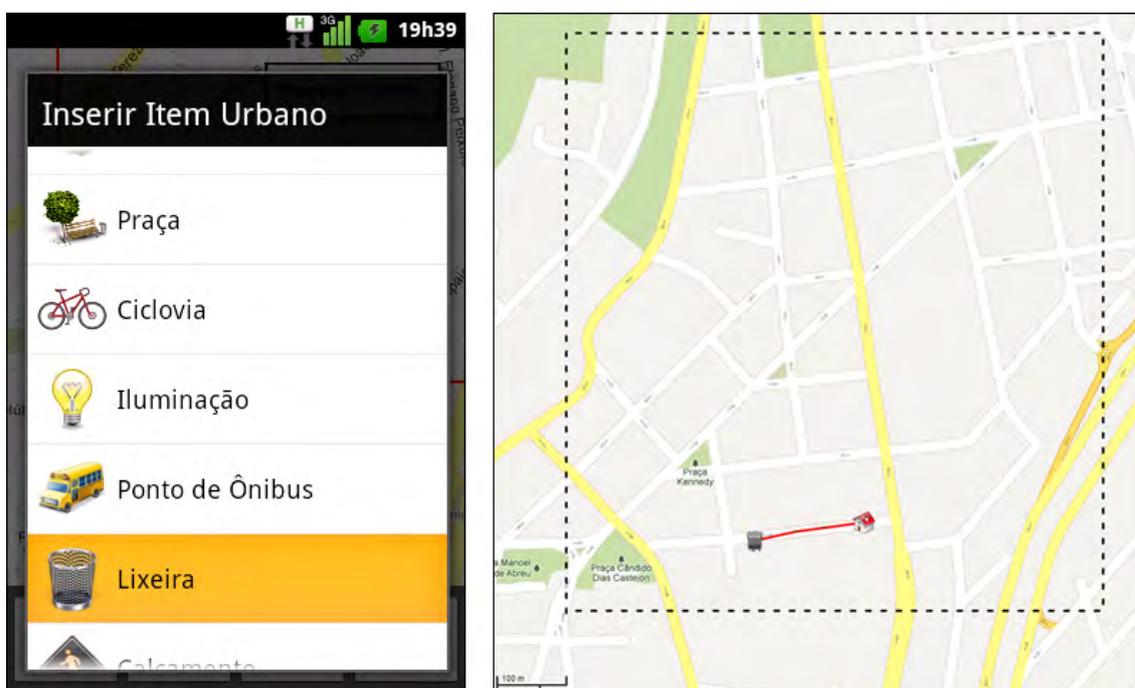


Figura 5.5 - Inserção do item urbano “Lixeira” pelo jogador “JogCentro1”.

A Figura 5.6, exibe a inserção do item urbano “Iluminação”, destacando a precisão do GPS (círculo em azul), com a opção de **Visualizar Item Inserido** acionada.

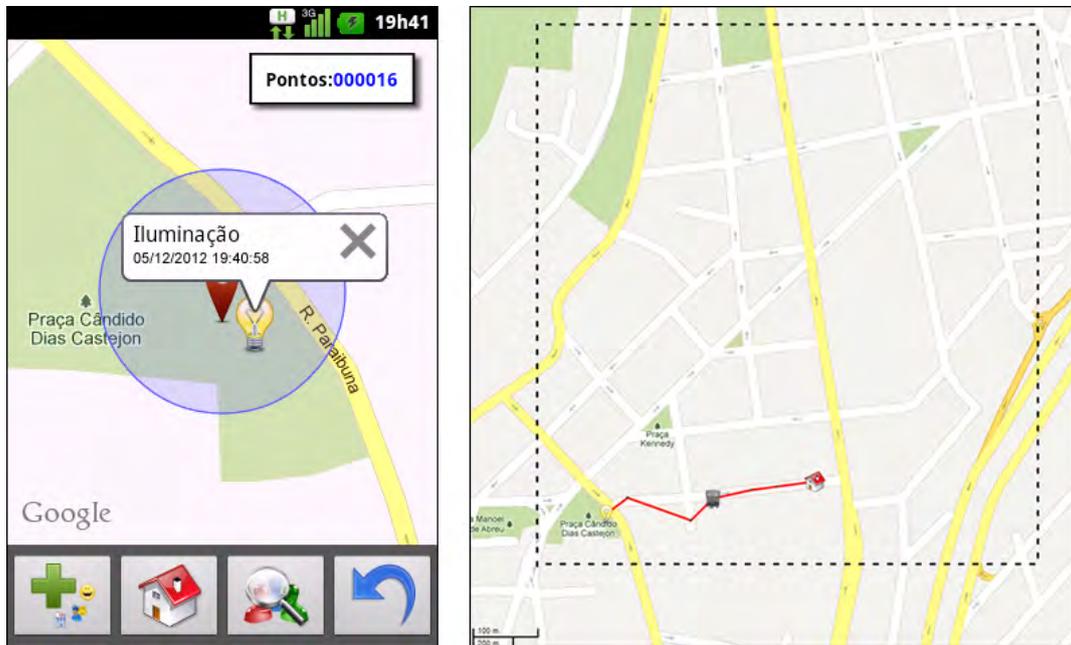


Figura 5.6 - Inserção do item urbano “Iluminação” pelo jogador “JogCentro1”.

Por fim, na Figura 5.7, o jogador “JogCentro1” é questionado ao sair de sua área delimitada. Neste momento, o jogador informa, opcionalmente, o motivo de saída. A partir daí, não são mais obtidos dados de posicionamento até que o jogador entre novamente na área delimitada.

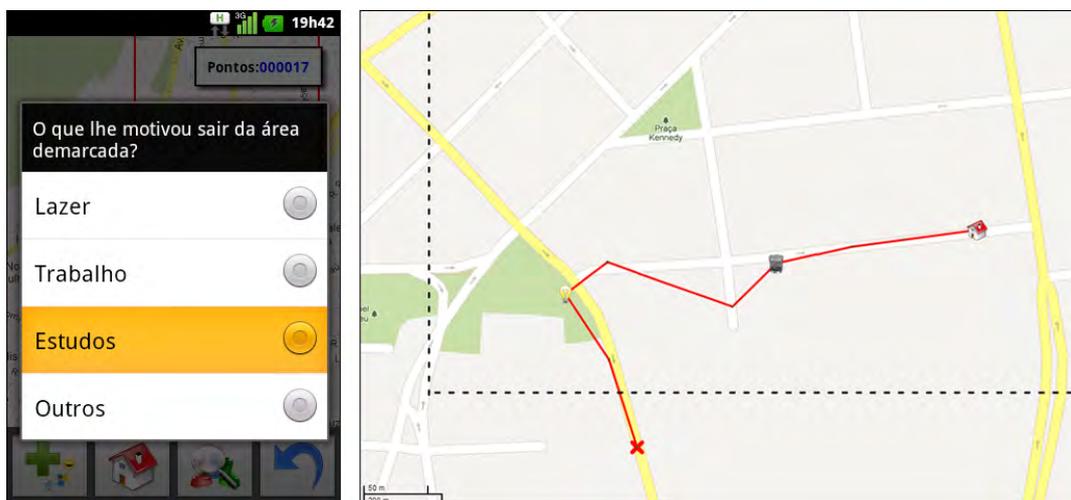


Figura 5.7 - Caixa de diálogo sobre motivo de saída de área delimitada.

Desta forma, após acompanhar, passo a passo, a execução dos processos do jogo por parte do jogador “JogCentro1”, verifica-se que o jogo atende a aquisição de dados de posicionamento que possam gerar trajetórias. Os itens urbanos inseridos e a informação de motivo de saída de área, em conjunto com inserções por parte de outros jogadores, podem vir a sinalizar características que possibilitem conceber inferências sobre a região estudada, porém, reforça-se que, no momento, a prova de conceito proposta concentra-se na validação da arquitetura-base e não em testes de conteúdo ou análise dos dados.

Assim sendo, nas Figuras 5.8 e 5.9 e Tabelas 5.4 e 5.5, são exibidas todas as atividades realizadas pelos jogadores, dentro do período considerado de 05/12/2012 a 10/12/2012, nas duas áreas em que os 6 jogadores foram distribuídos: “Centro“ e “Jardim da Granja”. De forma geral e consolidada, são exibidas todas as trajetórias, item urbanos inseridos, e locais onde ocorreu a saída de área. Particularmente, vale destacar que, para esta prova de conceito adotamos que posicionamentos com intervalo de tempo maior do que 10 (dez) minutos não serão conectados, podendo assim, ser identificados no mapa como um nova trajetória realizada.

Tabela 5.4 - Dados inseridos pelos jogadores da área “Centro”.

Dados (Área: Centro)				
	Nome	Nº (Posicionamentos)	Nº (Itens Urbanos)	Nº (Saídas de Área)
	JogCentro1	70	6	2
	JogCentro2	47	3	1
	JogCentro3	27	4	0
	JogCentro4	44	4	1

Tabela 5.5 - Dados inseridos pelos jogadores da área “Jardim da Granja”.

Dados (Área: Jardim da Granja)				
	Nome	Nº (Posicionamentos)	Nº (Itens Urbanos)	Nº (Saídas de Área)
	JogJardimdaGranja1	75	7	0
	JogJardimdaGranja2	28	4	1

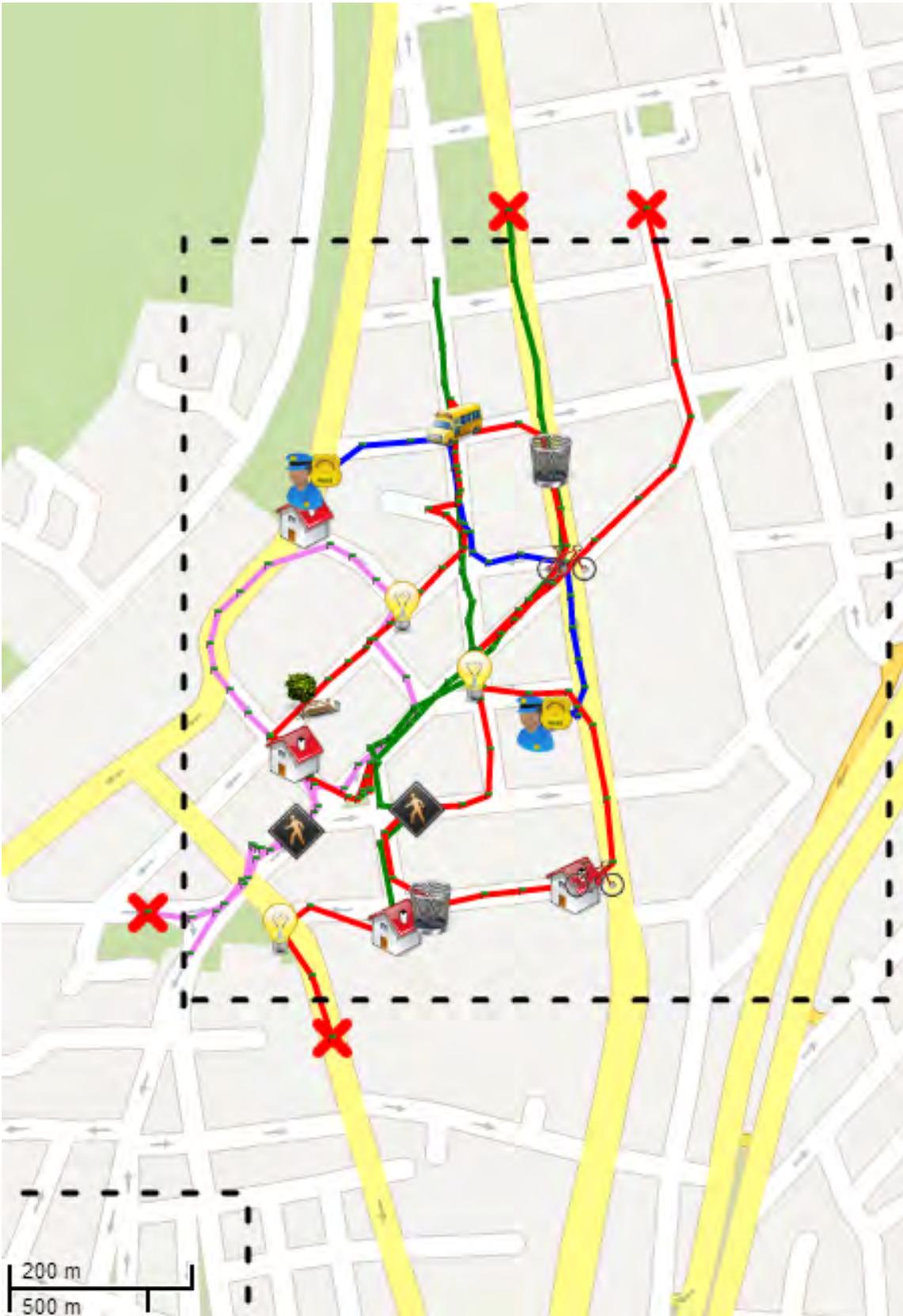


Figura 5.8 - Trajetórias e itens urbanos inseridos pelos jogadores na área “Centro”. (©2013 Google, MapLink)

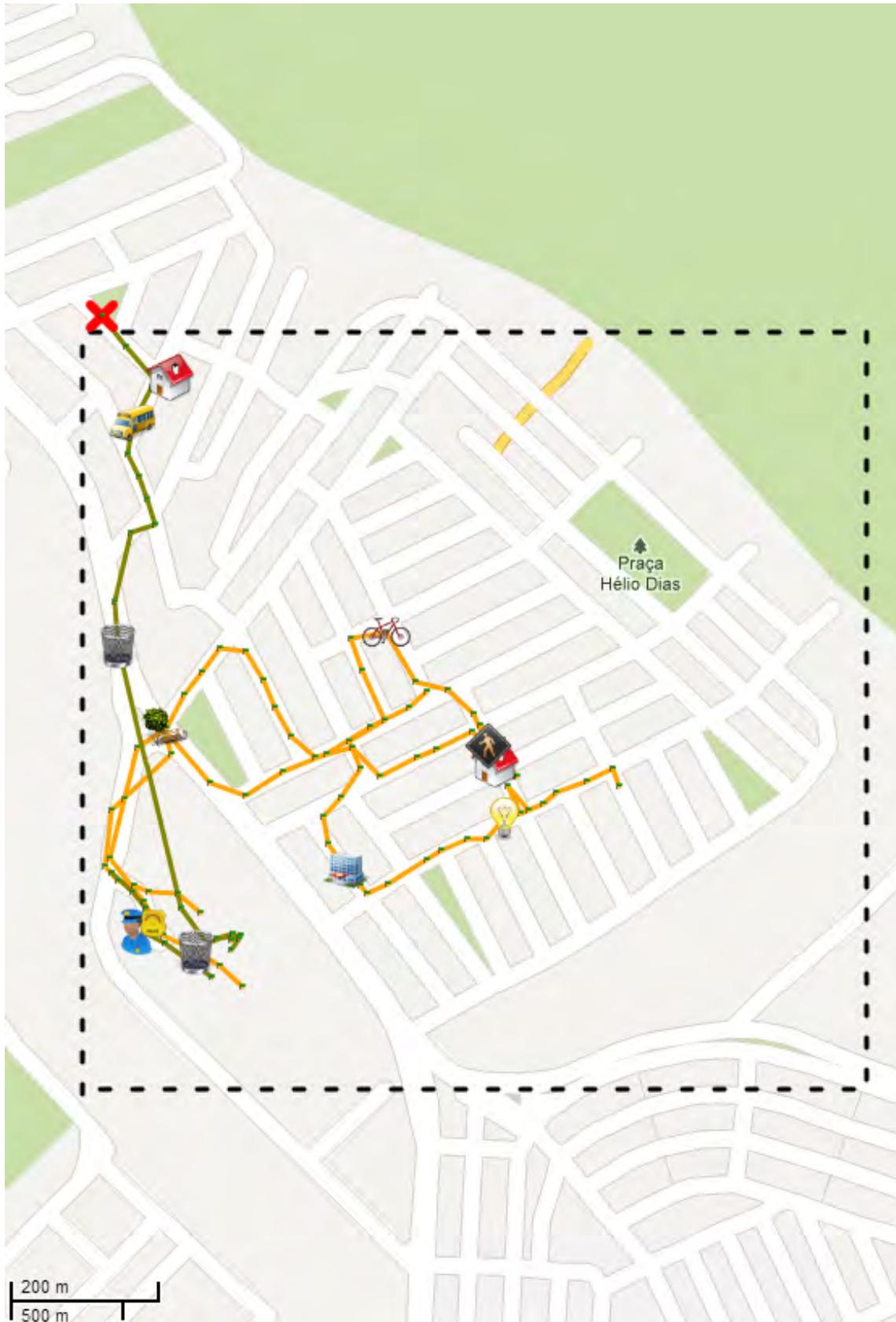


Figura 5.9 - Trajetórias e itens urbanos inseridos pelos jogadores na área “Jardim da Granja”. (©2013 Google, MapLink)

O *ranking* de pontuação dos jogadores, de acordo com as regras definidas na lógica de operação do URBANITAS, pode ser obtido em tempo real pelo mesmo *website* de *download* do jogo. A Tabela 5.6 exibe as pontuações consolidadas no período de 05/12/2012 a 10/12/2012, ordenadas em ordem decrescente.

Tabela 5.6 - Pontuações obtidas por todos os jogadores no período de 05/12/2012 a 10/12/2012.

Pontuações	
Jogador	Pontos
JogJardimdaGranja1	120
JogCentro1	110
JogCentro4	68
JogCentro2	67
JogJardimdaGranja2	53
JogCentro3	47

Considerando o experimento realizado, conclui-se que a arquitetura-base proposta foi validada pelas implementações do URBANITAS. O aplicativo comporta-se como um jogo, a medida que o intuito do jogador é participar e obter pontos. Por outro lado, realiza a coleta de dados informados pelo jogador e a coleta automática de dados de posicionamento. No contexto abordado, são dados obtidos em pequenas áreas, para uso geral.

No próximo capítulo, são realizadas as considerações finais sobre este trabalho de dissertação, com destaque para trabalhos futuros que possam gerar melhorias e adequações ao projeto de *mobile geogames*.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de jogos como interfaces homem-máquina motivadoras à aquisição voluntária de informações, em um contexto urbano observando pequenas áreas, foi explorado nesta dissertação. Este trabalho tratou de propor e demonstrar a viabilidade, em termos de sistemas computacionais, de explorar os novos dispositivos de comunicação móveis (*smartphones* em particular) associados aos novos hábitos de seu uso disseminados em meio urbano, com foco na estratégia de aquisição de dados através da coleta voluntária de informação pelos cidadãos em seus territórios de vivência cotidiana.

O foco foi estabelecido sobre dados que podem, de forma complementar, auxiliar planejadores e gestores urbanos a gerar soluções dedicadas a questões de mobilidade, zeladoria participativa e cogestão em pequenas áreas. Uma arquitetura computacional flexível e adaptável, que chamamos de arquitetura-base, foi proposta e especificada para estabelecer um projeto de plataforma computacional para a construção de aplicativos sobre dispositivos móveis de uso múltiplo. Um protótipo foi produzido, projetado e implementado, estabelecendo um aplicativo, que chamamos de URBANITAS, e uma prova de conceito foi estabelecida com a carga e uso do aplicativo por 6 usuários para testar sua aderência aos requisitos estabelecidos.

A arquitetura-base proposta apresentou uma abrangência de requisitos para permitir seu uso na construção de aplicativos com diferentes finalidades. Foi estabelecida a estratégia de usar o jogo como uma interface. Ela foi projetada de forma a permitir flexibilidade para definição de diferentes padrões do que chamamos nesta dissertação de *mobile geogames*.

Um protótipo foi construído, denominado URBANITAS, um *mobile geogame* projetado e implementado para atestar a viabilidade da arquitetura-base proposta. A escolha foi por uma possibilidade de uso da tecnologia que temos para auxiliar e ampliar nossa capacidade de olhar a cidade, suas formas, seus espaços, sua gente. Perdemos bastante a capacidade de observar as cidades. O URBANITAS foi pensado para explorar as relações entre a capacidade de circular (caminhando em áreas menores) e a possibilidade de estabelecer um olhar reflexivo sobre as ruas que caminhamos diariamente, sobre nossos territórios de vida nas cidades.

Uma vez implementado, como prova de conceito da proposta de arquitetura, os componentes da arquitetura-base puderam ser testados e validados. Em áreas pré-determinadas da cidade de São José dos Campos/SP, 6 jogadores voluntários fizeram

uso do URBANITAS no período de 05/12/2012 a 10/12/2012.

A experiência verificou a aderência do aplicativo aos requisitos especificados e demonstrou o alcance dos componentes propostos pela arquitetura-base. Nesta fase não foram definidos testes de conteúdo e nem uma análise dos dados coletados foi feita. Podemos observar que as trajetórias individuais de cada jogador no período de teste foram coletadas e armazenadas e todas suas inserções de itens urbanos desejados também foram armazenadas e sistematizadas em um servidor de coleta.

Para os objetivos desta dissertação, a proposta de uma arquitetura-base para construção de *mobile geogames* em *smartphones* para captura de informação geográfica voluntária, foi verificada com o URBANITAS.

Contudo, aperfeiçoamentos são possíveis com aproveitamento dos esforços realizados até aqui. Abordamos jogos com contexto sério, e nos preocupamos em estabelecer no protótipo implementado, um padrão de jogo que tenta minimizar o viés sobre os dados. Neste sentido, acreditamos que, respeitando estas premissas, pode ser possível propor novas lógicas de jogo, com interfaces mais elaboradas, utilizando recursos gráficos mais sofisticados, o que pode cativar boa parte dos jogadores.

Em relação a arquitetura-base proposta, uma evolução possível destaca-se na comunicação entre os jogadores durante o jogo. É um componente a ser explorado, conectando pessoas com pessoas em lugares diferentes.

Estabelecer uma infraestrutura que permita um caso de teste com ampla participação de jogadores é fundamental para a consolidação desta proposta e com a plataforma no estágio atual isso já é uma realidade. Assim, através de parcerias, agora é o momento de montar um grande experimento urbano e com o auxílio de especialistas, proceder a análise dos dados e realizar as inferências possíveis relacionadas aos padrões de mobilidade e comportamento em pequenas áreas.

Para finalizar, ressaltamos que boa parte das tecnologias que permitem a criação da aplicação que construímos neste trabalho se firmaram muito recentemente. As ferramentas de análise dos dados produzidos ainda estão parcialmente consolidadas e em evolução. A análise de padrões de trajetórias individuais e a associação com comportamentos é hoje parte do estado da arte na pesquisa em dados espaço-temporais e também na pesquisa comportamental.

A hora agora é de mobilizar parceiros para o uso efetivo e em escala urbana, com muitos jogadores, da estratégia proposta e demonstrada com o artefato computaci-

onal criado, o **URBANITAS**, para de fato testar os limites da tecnologia e mesmo de nossa aposta: a possibilidade do uso destes dispositivos móveis de comunicação como elementos de envolvimento, e não de isolamento, das pessoas com os lugares em que vivem e circulam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, E. F.; MCLOUGHLIN, L.; LIAROKAPIS, F.; PETERS, C.; PETRIDIS, P.; FREITAS, S. Serious games in cultural heritage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, ARCHAEOLOGY AND CULTURAL HERITAGE VAST - STATE OF THE ART REPORTS (VAST'09), 10., 2009, Valleta, Malta. **Proceedings...** Valleta: Faculty of ICT, University of Malta, 2009. p. 29–48. 13

ANDROID. **philosophy and goals**. 2012. Disponível em: <<http://source.android.com/about/philosophy.html>>. Acesso em: 03 out. 2012. 31, 38

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Equipamento urbano**: classificação - NBR 9284. Rio de Janeiro: ABNT, mar 1986. 4 p. 32

BENFORD, S.; CRABTREE, A.; FLINTHAM, M.; DROZD, A.; ANASTASI, R.; PAXTON, M.; TANDAVANITJ, N.; ADAMS, M.; ROW-FARR, J. Can you see me now? **ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)**, ACM, New York, NY, EUA, v. 13, n. 1, p. 100–133, mar. 2006. ISSN 1073-0516. 11

Bielenki Jr., C.; RAIJA JUNIOR, A. A.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. O uso de geoprocessamento no planejamento de pesquisa origem-destino no município de São Carlos. **Revista Minerva**, v. 5, n. 2, p. 159–167, jul. 2008. 6

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. 16

BUDHATHOKI, N. R.; BRUCE, B. C.; NEDOVIC-BUDIC, Z. Reconceptualizing the role of the user of spatial data infrastructure. **GeoJournal**, Springer Netherlands, v. 72, n. 3, p. 149–160, aug 2008. ISSN 0343-2521. 7

CAPRA, M.; RADENKOVIC, M.; BENFORD, S.; OPPERMAN, L.; DROZD, A.; FLINTHAM, M. The multimedia challenges raised by pervasive games. In: ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA (ACM MM'05), 13., 2005, Hilton, Singapura. **Proceedings...** New York: ACM, 2005. p. 89–95. ISBN 1-59593-044-2. 14

CASTELEIN, W.; GRUS, L.; CROMPVOETS, J.; BREGT, A. A characterization of volunteered geographic information. In: AGILE INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOGRAPHIC INFORMATION SCIENCE 2010 (AGILE'10), 13., 2010, Guimarães, Portugal. **Proceedings...** Guimarães: AGILE, Association Geographic Information Laboratories Europe, 2010. p. 1–10. 7

CASTRONOVA, E. **Synthetic worlds**: the business and culture of online games. New York, NY: University Of Chicago Press, 2005. 332 p. ISBN 0226096262. 12

_____. **Exodus to the virtual world**: how online fun is changing reality. New York, NY: Palgrave Macmillan, 2007. 235 p. ISBN 9781403984128. 12

CRAGLIA, M.; GOODCHILD, M. F.; ANNONI, A.; CÂMARA, G.; GOULD, M.; KUHN, W.; MARK, D.; MASSER, I.; MAGUIRE, D.; LIANG, S.; PARSONS, E. Next-generation digital earth: A position paper from the vespucci initiative for the advancement of geographic information science. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, v. 3, p. 146–167, 2008. 8

DAVIS JR., C. Spatial data infrastructures. **Encyclopedia of Information Science and Technology**, IGI Global, Pennsylvania, EUA, v. 7, p. 3548–3553, 2008. 7

DROZD, A.; BENFORD, S.; TANDAVANITJ, N.; WRIGHT, M.; CHAMBERLAIN, A. Hitchers: Designing for cellular positioning. In: DOURISH, P.; FRIDAY, A. (Ed.). **UbiComp 2006**: ubiquitous computing. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 279–296. Lecture Notes in Computer Science, v. 4206. 15

EAGLE, N.; PENTLAND, A. Reality mining: sensing complex social systems. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 10, p. 255–268, 2006. 11

EDWARDS, L.; BARKER, R. **Developing series 60 applications**: a guide for Symbian OS C++ developers. [S.l.]: Addison-Wesley, 2004. 800 p. (Nokia Mobile Developer Series). ISBN 0321227220. 11

ELWOOD, S. Volunteered geographic information: future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS. **GeoJournal**, Springer Netherlands, v. 72, n. 3, p. 173–183, aug 2008. ISSN 0343-2521. 7

EPI SCHISTO RISK MODELING. **epi schisto risk modeling website**. 2011. Disponível em: <<http://200.17.137.109:8081/xiscanoe>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 9

- EYE ON EARTH. **sharing is everything**. 2013. Disponível em:
<<http://www.eyearth.org/en-us/Pages/Home.aspx>>. Acesso em: 02 jan. 2013. 8
- FERREIRA, K. R. **An algebra for spatiotemporal data**: from observations to events. xviii + 102 p. Tese (Doutorado) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, SP, nov. 2012. Disponível em:
<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3D76MUS>>. 17
- FERREIRA, K. R.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. An algebra for spatiotemporal data: From observations to events. **Transactions in GIS**, 2013. 17
- FERREIRA, K. R.; VINHAS, L.; MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G. Moving objects and spatial data sources. **RBC. Revista Brasileira de Cartografia**, 2013. 16
- FILIPPO, D.; RAPOSO, A.; ENDLER, M.; FUKS, H. Ambientes colaborativos de realidade virtual e aumentada. In: KIRNER, C.; R., S. (Ed.). **Realidade virtual e aumentada - conceitos, projeto e aplicações**. Porto Alegre: Editora SBC—Sociedade Brasileira de Computação, 2007. p. 169–192. ISBN 85-7669-108-6. 13
- FLANAGIN, A.; METZGER, M. The credibility of volunteered geographic information. **GeoJournal**, v. 72, n. 3, p. 137–148, ago. 2008. ISSN 0343-2521. 9
- FRIHIDA, A.; ZHENI, D.; GHEZALA, H. B.; CLARAMUNT, C. Modeling trajectories: A spatio-temporal data type approach. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON DATABASE AND EXPERT SYSTEMS APPLICATIONS (DEXA'09), 20., 2009, Linz, Austria. **Proceedings...** Linz: Springer, 2009. p. 447–451. ISBN 978-0-7695-3763-4. 17
- GIOIELLI, F. L. P. **Tecnologias e padrões abertos para o domínio geográfico na web**: um estudo em ecoturismo. 110 p. Dissertação (Mestrado) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, SP, abr. 2006. xv, 9
- GLASSFISH COMMUNITY. **GlassFish - open source application server**: Java.net. jan 2013. Disponível em: <<http://glassfish.java.net/>>. Acesso em: 08 jan. 2013. 47
- GOOD, B.; SU, A. Games with a scientific purpose. **Genome Biology**, BioMed Central Ltda, v. 12, n. 12, p. 135, 2011. 13

GOODCHILD, M. F. Citizens as sensors: Web 2.0 and the volunteering of geographic. **GeoFocus (Editorial)**, v. 7, p. 8–10, 2007. ISSN 1578-5157. 1, 7, 8

_____. Citizens as voluntary sensors: Spatial data infrastructure in the world of web 2.0. **IJSDIR - International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, v. 2, p. 24–32, 2007. 10

_____. Twenty years of progress: Giscience in 2010. **Josis - Journal of Spatial Information Science**, Center for Spatial Studies and Department of Geography - University of California, n. 1, p. 3–20, jul. 2010. 2, 7, 8

GOOGLE DEVELOPERS. **Google Maps Android API V2**. jan 2013.

Disponível em:

<<https://developers.google.com/maps/documentation/android/>>. Acesso em: 08 jan. 2013. 42

_____. **Google Maps API**: Google developers. jan 2013. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/?hl=pt-br>>. Acesso em: 08 jan. 2013. 53

_____. **Location strategies**: Android developers. jan 2013. Disponível em: <<http://developer.android.com/guide/topics/location/strategies.html>>. Acesso em: 08 jan. 2013. 44

GUNTER, G.; KENNY, R.; VICK, E. A case for a formal design paradigm for serious games. **The Journal of the International Digital Media and Arts Association**, v. 3, n. 1, p. 93–105, 2006. 13

GÜTING, R. H.; ALMEIDA, V. T.; DING, Z. modelling and querying moving objects in networks. **VLDB Journal**, v. 15, p. 165–190, 2006. 16

HANS IM GLÜCK. **hans im Glück**: carcassonne - grundspiel. 2013. Disponível em: <<http://www.carcassonne.de/>>. Acesso em: 02 jan. 2013. 14

HINSKE, S. L. M. M. C.; RÖCKER, C. Classifying pervasive games: On pervasive computing and mixed reality. In: MAGERKURTH, C.; RÖCKER, C. (Ed.).

Concepts and technologies for pervasive games: a reader for pervasive gaming research. Maastricht, Alemanha: Shaker Verlag, 2007. v. 1, p. 370. ISBN 3832262237. 11

HUDSON-SMITH, A.; CROOKS, A.; GIBIN, M.; MILTON, R.; BATTY, M. NeoGeography and Web 2.0: concepts, tools and applications. **Journal of Location Based Services**, Taylor & Francis, v. 3, n. 2, p. 118–145, 2009. 7

HUIZINGA, J. **Homo ludens**: A study of the play-element in culture. Boston, MA: Beacon Press, 1971. Paperback. ISBN 0-80704-681-7. 12

IBGE, I. B. de Geografia e E. **Sinopse do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011. 1

IDC. **IDC Releases**. dez. 2012. Disponível em:

<<http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=1440>>. 2

JACOB, J. T. P. N. A mobile location-based game framework. In: DOCTORAL SYMPOSIUM ON INFORMATICS ENGINEERING (DSIE'11), 6., 2011, Porto, Portugal. **Proceedings...** Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - FEUP, 2011. 19

KHATIB, F.; COOPER, S.; TYKA, M.; XU, K.; MAKEDON, I.; POPOVIĆ, Z.; BAKER, D.; PLAYERS, F. Algorithm discovery by protein folding game players. In: **Proceedings of the National Academy of Sciences**. Seattle, WA, EUA: National Acad Sciences, 2011. v. 108, n. 47, p. 18949–18953. 13

KONZACK, L. Computer game criticism: a method for computer game analysis. In: COMPUTER GAMES AND DIGITAL CULTURES CONFERENCE (CGDC'02), 2002, Tampere, Finlândia. **Proceedings...** Tampere: Tampere University Press, 2002. p. 89–100. ISBN 951-44-5371-9. 19

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

KVELADZE, I.; VANDERSPEK, S.; KRAAK, M. The recognition of temporal patterns in pedestrian behaviour using visual exploration tools. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOGRAPHIC INFORMATION SCIENCE (GIScience'12), 7., 2012, Columbus, Ohio. **Proceedings...** Columbus: Springer, 2012. p. 1–6. 17

LU, H.; PAN, W.; LANE, N. D.; CHOUDHURY, T.; CAMPBELL, A. T. SoundSense. In: ACM CONFERENCE ON MOBILE SYSTEMS,

APPLICATIONS, AND SERVICES (MobiSys'09), 7., 2009, Kraków - Polônia. **Proceedings...** New York: ACM, 2009. p. 165–178. ISBN 978-1-60558-566-6. 11

LUPKOWSKI, P. Human computation - how people solve difficult AI problems (having fun doing it). **Homo Ludens**, v. 3, n. 1, p. 81–94, 2011. ISSN 2080-4555. 13

MARTIN, J. **Recommended diagramming standards for analysts & programmers: a basis for automation**. Upper Saddle River, NJ, EUA: Prentice-Hall, Inc., 1986. ISBN 0-13-767377-9. 48

MATYAS, S. Playful geospatial data acquisition by location-based gaming communities. **The International Journal of Virtual Reality**, v. 6, n. 3, p. 1–10, 2007. xv, 3, 14, 15, 19

MATYAS, S.; MATYAS, C.; SCHLIEDER, C.; KIEFER, P.; MITARAI, H.; KAMATA, M. Designing location-based mobile games with a purpose: collecting geospatial data with CityExplorer. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTER ENTERTAINMENT TECHNOLOGY (ACE'08), 2008, Yokahoma, Japão. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2008. p. 244–247. ISBN 978-1-60558-393-8. 3, 14

MCDOUGALL, K. The potential of citizen volunteered spatial information for building SDI. In: GSDI 11 WORLD CONFERENCE: SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE CONVERGENCE: BUILDING SDI BRIDGES TO ADDRESS GLOBAL CHALLENGES (GSDI'09), 11., 2009, Roterdã, Países Baixos. **Proceedings...** Roterdã: GSDI, 2009. 10

MEIER, R. **Professional Android 2 application development**. 1st. ed. Birmingham, UK: Wrox Press Ltda, 2010. xxxii, 543 p. ISBN 9780470565520. 31, 38, 44

MELO, J. C. **Planejamento dos transportes**. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 1975. 1

MENDES, C. **Jogos eletrônicos: diversão, poder e subjetivação**. 1. ed. Campinas, SP: Papirus Editora, 2006. 155 p. ISBN 85-308-0808-8. 12

METROSENSE. **MetroSense project**. 2011. Disponível em: <<http://metrosense.cs.dartmouth.edu/>>. Acesso em: 09 mar. 2011. 11

METRÔ/SP. **Pesquisa origem e destino 2007**: Região metropolitana de são paulo. dez. 2008. Online. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/OD2007/sintese_OD_2007.pdf>. Acesso em: 1 out. 2012. 6

MICHAEL, D. R.; CHEN, S. L. **Serious games**: games that educate, train, and inform. 1st. ed. Mason, OH, EUA: Course Technology, 2005. 287 p. ISBN 1-59200-622-1. 13

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PlanMob—construindo a cidade sustentável**: caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Brasília: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, Ministério das Cidades, 2007. 1, 5

MINISTÉRIO DAS CIDADES; IBAM. **Mobilidade e política urbana**: subsídios para uma gestão integrada. Rio de Janeiro, 2005. 52 p. Coordenação de Lia Bergman e Nidia I. A. de Rabi. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/mobilidade.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2012. 5

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: WORKSHOP ON EMBEDDED NETWORKED SENSORS (HotEmNets'08), 5., 2008, Charlottesville, VA, EUA. **Proceedings...** New York: ACM, 2008. 11

OMG. **UML Superstructure Specification, v2.1.1**. aug 2007. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/UML/2.1.1/>>. Acesso em: 25 nov. 2012. 21

OPENSTREETMAP. **OpenStreetMap**: o wiki de mapas livres. 2011. Disponível em: <<http://www.openstreetmap.org/>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 8

ORACLE. **Java platform standard edition 7 documentation**. jan 2013. Disponível em: <<http://docs.oracle.com/javase/7/docs/>>. Acesso em: 08 jan. 2013. 47

OUESLATI, W.; AKAICHI, J. Mobile information collectors trajectory data warehouse design. **International Journal of Managing Information Technology (IJMIT)**, v. 2, n. 3, ago 2010. 17

PAIVA, C. Atendimento à população: ônibus urbano no município de São Paulo. **Journal of Transport Literature**, v. 7, n. 1, p. 182–193, jan. 2013. ISSN 2238-1031. 6

PARLETT, D. S. **The Oxford history of board games**. 1. ed. New York, NY: Oxford University Press, 1999. Hardcover. ISBN 0192129988. 12

PELEKIS, N.; THEODORIDIS, N. Y.; VOSINAKIS, S.; PANAYIOTOPOULOS, T. Hermes - a framework for location-based data management. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EXTENDING DATABASE TECHNOLOGY (EDBT'06), 10., 2006, Munich, Alemanha. **Proceedings...** Munich: Springer, 2006. p. 1130–1134. ISBN 978-3-540-32960-2. 16

POPLIN, A. Playful public participation in urban planning: A case study for online serious games. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 36, n. 3, p. 195–206, 2012. ISSN 0198-9715. 13

POSTGRESQL. **PostgreSQL: the world's most advanced open source database**. jan 2013. Disponível em: <<http://www.postgresql.org/>>. Acesso em: 08 jan. 2013. 47

PRAING, R.; SCHNEIDER, M. A universal abstract model for future movements of moving objects. In: FABRIKANT, S. I.; WACHOWICZ, M. (Ed.). **The european information society**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2007. (Lecture Notes in Geoinformation and Cartography), p. 111–120. ISBN 978-3-540-72384-4. 16

PRENSKY, M. Digital game-based learning. **Comput. Entertain.**, ACM, New York, NY, EUA, v. 1, n. 1, p. 21–21, out. 2003. ISSN 1544-3574. 13

RAJABIFARD, A.; FEENEY, M.-E. F.; WILLIAMSON, I. P. Future directions for SDI development. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 4, n. 1, p. 11–22, 2002. ISSN 0303-2434. 7, 8

RICHARDSON, L.; RUBY, S. **Restful web services**. 1st. ed. Sebastopol, Canadá: O'Reilly, 2007. 454 p. ISBN 978-0-596-52926-0. 47

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Rules of play: game design fundamentals**. [S.l.]: The MIT Press, 2003. Hardcover. ISBN 0262240459. 12

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Editora Hucitec, 1993. 157 p. (Estudos urbanos, v. 5). ISBN 9788527102308. 1

SCHLIEDER, C. Representing the meaning of spatial behavior by spatially grounded intentional systems. In: RODRÍGUEZ, M.; CRUZ, I.; LEVASHKIN, S.; EGENHOFER, M. (Ed.). **GeoSpatial semantics**. Cidade do México, México: Springer Berlin Heidelberg, 2005, (Lecture Notes in Computer Science, v. 3799). p. 30–44. ISBN 978-3-540-30288-9. 14

SCHLIEDER, C.; KIEFER, P.; MATYAS, S. Geogames: A conceptual framework and tool for the design of location-based games from classic board games. In: MAYBURY, M.; STOCK, O.; WAHLSTER, W. (Ed.). **Intelligent technologies for interactive entertainment**. Madonna di Campiglio, Itália: Springer Berlin / Heidelberg, 2005, (Lecture Notes in Computer Science, v. 3814). p. 164–173. ISBN 978-3-540-30509-5. 19

_____. Geogames: Designing location-based games from classic board games. **Intelligent Systems, IEEE**, v. 21, n. 5, p. 40–46, sept.-oct. 2006. ISSN 1541-1672. 14, 19

SEARS, A. Layout appropriateness: a metric for evaluating user interface widget layout. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 19, n. 7, p. 707–719, jul 1993. ISSN 0098-5589. 22

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. 11

SILVA, L. M. da; FILHO, M. A. N. de A.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Uma análise espacial de fatores que afetam os deslocamentos por modos não-motorizados. **Revista Minerva**, v. 6, n. 3, p. 293–301, set. 2009. 6

SILVA, R. C. Apropriações do termo avatar pela cibercultura: do contexto religioso aos jogos eletrônicos. **Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 120–131, 2010. 22

SPACCAPIETRA, S.; PARENT, C.; DAMIANI, M. L.; MACEDO, J.; PORTO, F.; VANGENOT, C. A conceitual view on trajectories. **Data e Knowledge Engineering**, v. 65, p. 126–146, abr 2008. 16

SPRING SOURCE COMMUNITY. **Spring for Android**: springsource.org. jan 2013. Disponível em: <<http://www.springsource.org/spring-android>>. Acesso em: 08 jan. 2013. 43

- SQLITE. **SQLite**: home page. jan 2013. Disponível em:
<<http://http://www.sqlite.org/>>. Acesso em: 08 jan. 2013. 42
- TELLES, V. S.; CABANES, R. **Nas tramas da cidade**: trajetórias urbanas e seus territórios. São Paulo: Editoria Humanitas, 2006. 442 p. ISBN 85-98292-87-7. 5
- TURNER, A. Introduction to neogeography. **O'Reilly Media**, p. 01–54, dez 2006. 7
- 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. 5, 6
- VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Studio Nobel, 1998. 376 p. (Geografia). ISBN 9788585445751. 1
- W3C. **Web of services**: W3C. dez 2012. Disponível em:
<<http://www.w3.org/standards/webofservices/>>. Acesso em: 01 dez. 2012. 26
- WAZE. **Free GPS navigation with turn by turn**: Waze. jan 2013. Disponível em: <<http://www.waze.com/>>. Acesso em: 08 jan. 2013. 13
- WIKILOC. **Wikiloc**: trilhas de gps e pontos de interesse do mundo. 2013. Disponível em: <<http://pt.wikiloc.com/wikiloc>>. Acesso em: 02 jan. 2013. 8
- WIKIMAPIA. **Wikimapia**: let's describe the whole world. 2011. Disponível em: <<http://www.wikimapia.org/>>. Acesso em: 02 jan. 2011. 8
- WINTER, S.; RICHTER, K.; BALDWIN, T.; CAVEDON, L.; STIRLING, L.; DUCKHAM, M.; KEALY, A.; RAJABIFARD, A. Location-based mobile games for spatial knowledge acquisition. In: WORKSHOP ON COGNITIVE ENGINEERING FOR MOBILE GIS (CEMob'11), 2011, Belfast, MA, EUA. **Proceedings...** Belfast: PSUMobile, 2011. 14
- WOLFF, S.; GRÜTER, B. Context, emergent game play and the mobile gamer as producer. In: HEGERING, H.-G.; LEHMANN, A.; OHLBACH, H. J.; SCHEIDELER, C. (Ed.). **GI-Jahrestagung (1)**. München, Alemanha: DBLP, 2008. (LNI, v. 133), p. 495–500. ISBN 978-3-88579-227-7. 14

PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS EDITADAS PELO INPE

Teses e Dissertações (TDI)

Teses e Dissertações apresentadas nos Cursos de Pós-Graduação do INPE.

Manuais Técnicos (MAN)

São publicações de caráter técnico que incluem normas, procedimentos, instruções e orientações.

Notas Técnico-Científicas (NTC)

Incluem resultados preliminares de pesquisa, descrição de equipamentos, descrição e ou documentação de programas de computador, descrição de sistemas e experimentos, apresentação de testes, dados, atlas, e documentação de projetos de engenharia.

Relatórios de Pesquisa (RPQ)

Reportam resultados ou progressos de pesquisas tanto de natureza técnica quanto científica, cujo nível seja compatível com o de uma publicação em periódico nacional ou internacional.

Propostas e Relatórios de Projetos (PRP)

São propostas de projetos técnico-científicos e relatórios de acompanhamento de projetos, atividades e convênios.

Publicações Didáticas (PUD)

Incluem apostilas, notas de aula e manuais didáticos.

Publicações Seriadas

São os seriados técnico-científicos: boletins, periódicos, anuários e anais de eventos (simpósios e congressos). Contam destas publicações o Internacional Standard Serial Number (ISSN), que é um código único e definitivo para identificação de títulos de seriados.

Programas de Computador (PDC)

São a seqüência de instruções ou códigos, expressos em uma linguagem de programação compilada ou interpretada, a ser executada por um computador para alcançar um determinado objetivo. Aceitam-se tanto programas fonte quanto os executáveis.

Pré-publicações (PRE)

Todos os artigos publicados em periódicos, anais e como capítulos de livros.