

BRUNO RABELLO MONTEIRO

**APLICAÇÕES DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
MÓVEIS: UM ESTUDO VOLTADO PARA INICIATIVAS DE GOVERNO
ELETRÔNICO NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Computação, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

BRUNO RABELLO MONTEIRO

**APLICAÇÕES DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
MÓVEIS: UM ESTUDO VOLTADO PARA INICIATIVAS DE GOVERNO
ELETRÔNICO NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Computação, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA: 23 de novembro de 2007

Prof. Clodoveu Augusto Davis Junior

Prof. Vladimir Oliveira Di Iorio

Prof. José Luis Braga
(Co-Orientador)

Prof. Mauro Nacif Rocha
(Co-Orientador)

Prof. Jugurta Lisboa Filho
(Orientador)

*Dedico essa dissertação aos meus pais
Carlos e Luna*

*À minha irmã
Renata*

*E à minha amada
Ane*

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à Deus que me deu força e coragem para realização deste trabalho. Agradeço por sempre colocar pessoas certas em meu caminho, que sempre me auxiliaram, não só neste trabalho, como em toda a vida.

Agradeço também aos meus pais, Carlos e Luna, e à minha irmã Renata, por todo amor e incentivo dado ao longo de todo esse tempo. Agradeço por sempre acreditarem em mim e pelo apoio em todos os momentos, sem vocês nada disso seria possível. Aos meus pais, obrigado por toda a educação que recebi e pela oportunidade que me deram de realizar meus sonhos. Vocês são exemplos de vida pra mim. À minha irmã, pelo amor incondicional que sempre demonstrou. Saiba que sem ele todo esse trabalho seria muito mais difícil.

Agradeço à Ane, ‘meu moço’, por todos os momentos divididos, pelo companheirismo, pela amizade, pelo amor e carinho. Você também faz parte dessa conquista. Obrigado por tudo que sempre fez e faz por mim e por nós. Um enorme obrigado também ao Wylson e a Joana, que sempre me acolheram em sua casa. Vocês são minha segunda família.

Agradeço ao Professor Jugurta Lisboa Filho, por acreditar em mim, tanto na graduação quanto no mestrado. Você, além de orientador, é também um amigo que sempre me mostrou a direção correta dos passos a serem tomados.

Ao Waister Silva Martins, pela ajuda na modelagem e implementação do estudo de caso.

À todos do corpo docente do Departamento de Informática, da Universidade Federal de Viçosa, pelo conhecimento e formação recebida. Ensinos não só para o crescimento profissional, como para a vida toda. Muito obrigado.

Ao Altino Alves de Souza Filho, secretário da Pós-graduação, pelas ótimas conversas e por sempre se prontificar a ajudar perante as burocracias do mestrado.

À todos os colegas, do mestrado e da graduação, que me incentivaram, ajudaram e contribuíram direta ou indiretamente para realização desse trabalho.

Ao pessoal da república, pelos vários anos de convivência e de amizade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

À Universidade Federal de Viçosa.

Biografia

Bruno Rabello Monteiro, filho de Carlos Augusto Pena Monteiro e Luna Cristiani Rabello Monteiro, brasileiro nascido em 19 de outubro de 1983 na cidade do Rio de Janeiro, no estado do Rio de Janeiro.

No ano de 2001, após concluir o ensino médio na cidade de Linhares-ES, ingressou no curso de graduação em Ciência da Computação na Universidade Federal de Viçosa, concluído no ano de 2004.

Em 2005, foi aprovado na seleção do programa de pós-graduação do Departamento de Informática – DPI, onde cursou o mestrado em Ciência da Computação na Universidade Federal de Viçosa – UFV, defendendo sua dissertação em novembro de 2007.

Atualmente, é docente na Faculdade Ubaense Ozanam Coelho – FAGOC, desde julho de 2007.

Lista de Figura

Figura 2.1 – Perspectivas do Governo Eletrônico.....	5
Figura 2.2 - Acesso a sites governamentais pelos países.	12
Figura 2.3 - Evolução dos SIG.....	17
Figura 2.4 - Arquitetura de cliente fino.....	20
Figura 2.5 - Exemplos de laptops.....	21
Figura 2.6 - Exemplos de PDAs.....	22
Figura 2.7 - Exemplos de Smart Phones.	22
Figura 2.8 - Tipos de redes sem fio	24
Figura 4.1 – Estereótipos do GeoFrame.....	40
Figura 4.2 – Exemplo de esquema UML-GeoFrame	41
Figura 4.3 – Passo 1: Temas da aplicação.....	43
Figura 4.4 – Passo 2 e Passo 3: Diagramas de classes, associações e características espaciais.	44
Figura 4.5 – Padrão de análise “Base SIG Móvel Urbana”.	48
Figura 4.6 – Localização do município de Rio Branco-AC.....	50
Figura 5.1 – Boletim de Cadastro Imobiliário (rosto).....	61
Figura 5.2 – Boletim de Cadastro Imobiliário (verso).	62
Figura 5.3 – Casos de uso do sistema SIG-Pocket.....	65
Figura 5.4 – Passo 1: Temas do SIG-Pocket.....	67
Figura 5.5 – Passo 2 e Passo 3: Diagrama de classes.	67
Figura 5.6 – Interface principal do SIG-Pocket.	70
Figura 5.7 – Seleção de um Bairro (a) e Visualização dos dados descritivos (b). 71	
Figura 5.8 – Tema de imóveis ativo (a) e Chamada do Cupuaçu (b).....	71

Figura 5.9 – Edição dos dados de BCI.....	72
Figura 5.10 – Exibição de todas as camadas (a) e Remoção da camada de bairros (b).	72
Figura 5.11 – Exibição sem a camada de bairros.....	73
Figura 5.12 – Sem utilização de zoom (a) e Zoom de fator 2 (b).	73
Figura 5.13 – Zoom com fator MAX.	74
Figura A.1 – Sistema de Catalogação de Unidades Educacionais.	81
Figura A.2 – Sistema de Localização de Unidades Educacionais.	82
Figura A.3 – Sistema de Catalogação de Unidades de Saúde.....	84
Figura A.4 – Sistema de Socorro-médico de Emergência.	85
Figura A.5 – Sistema de Catalogação de Sinais de Trânsito.....	87
Figura A.6 – Sistema de Cadastro de Leitura de Medidores.....	88

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Perspectivas do governo eletrônico.....	5
Tabela 2.2 – Quatro fases do governo eletrônico.....	7
Tabela 2.3 – Fatores de análise do governo eletrônico.....	8
Tabela 2.4 – Áreas de atuação do governo móvel.	10
Tabela 2.5 – Definições de computação Itinerante, Distribuída e Ubíqua.....	18
Tabela 3.1 – Grupos e Subgrupos das áreas de aplicação das ferramentas SIG...	29
Tabela 3.2 – Primeiro Parâmetro da Classificação.	31
Tabela 3.3 – Aplicações e tecnologias de SIG Móveis.....	33
Tabela 3.4 – Taxonomia de áreas de aplicações SIG Móvel em <i>e-gov</i>	35
Tabela 4.1 – Aplicações de SIG Móvel modeladas.	46
Tabela 4.2 – Temas utilizados no estudo da adequação da base de dados.....	52
Tabela 4.3 – Temas particionados.....	55

Sumário

Lista de Figura.....	vi
Lista de Tabelas	viii
Resumo.....	xi
Abstract.....	xii
1 Introdução	1
1.1 O problema e sua importância	2
1.2 Objetivos do trabalho	3
1.3 Organização da dissertação	3
2 Revisão Bibliográfica.....	4
2.1 Governo Eletrônico	4
2.1.1 Atores e relacionamentos do governo eletrônico.....	6
2.1.2 Estágios do governo eletrônico	7
2.1.3 Governo móvel (<i>m-gov</i>).....	8
2.1.4 Governo eletrônico no Brasil - Panorama.....	11
2.2 Sistemas de Informação Geográfica Móveis.....	16
2.2.1 Arquitetura de um SIG Móvel	19
2.2.2 Dispositivos móveis	20
2.2.3 Comunicação Cliente / Servidor	23
2.3 Considerações finais	26
3 Taxonomia de Aplicações de SIG Móveis para Administrações Públicas Municipais.....	28
3.1 Introdução	28
3.2 Áreas de aplicação de SIG	29
3.3 Parâmetros utilizados na taxonomia.....	30
3.3.1 Áreas de aplicações SIG relacionadas à Administração Pública Municipal	30
3.3.2 Tipos de SIG Móveis	31
3.3.3 Atores do Governo Eletrônico	33
3.4 Taxonomia de aplicação de SIG Móvel.....	34
3.5 Considerações Finais.....	38
4 Definição de uma base de dados geo-espaciais comum para aplicações SIG Móveis urbanas	39
4.1 Introdução	39
4.2 Metodologia de modelagem UML-GeoFrame.....	40
4.3 Modelagem de banco de dados para aplicações SIG Móveis urbanas..	42

4.3.1	Aplicação SIG Móvel de Relatórios de Acidentes de Trânsito.....	43
4.3.2	Identificação de elementos comuns em uma base de dados de aplicações SIG Móveis urbanas	45
4.4	Adequação do tamanho da base de dados urbanos para dispositivos móveis: o caso do município de Rio Branco-AC.....	49
4.4.1	Município de Rio Branco-AC	50
4.4.2	Base de dados geográficos do município de Rio Branco-AC	50
4.4.3	Problemas e soluções	52
4.5	Considerações Finais.....	56
5	Estudo de Caso	59
5.1	Introdução	59
5.2	Contextualização sobre o processo de controle e coleta	60
5.3	Metas do Estudo de Caso	63
5.4	Desenvolvimento da aplicação SIG-Pocket.....	64
5.4.1	Visão Geral e Casos de Uso	65
5.4.2	Modelagem conceitual do banco de dados.....	66
5.4.3	Comunicação via Web Services.....	68
5.4.4	Características e funcionalidades do SIG-Pocket	69
5.5	Considerações Finais.....	74
6	Conclusões e Trabalhos Futuros	76
6.1	Conclusões	76
6.2	Extensões	78
Apêndice A	80
Modelagem de aplicações de SIG Móveis voltadas para a área urbana		80
A.1	Catálogo de Unidades Educacionais.....	80
A.2	Localização de Unidades Educacionais	82
A.3	Catálogo de Unidades de Saúde.....	83
A.4	Socorro-Médico de Emergência.....	85
A.5	Catálogo de sinais de trânsito	86
A.6	Leitura de medidores.....	88
Apêndice B	90
Generalização da base de dados geográfica do município de Rio Branco-AC.		90
7	Referências Bibliográficas	93

Resumo

MONTEIRO, Bruno Rabello, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro, 2007. **Aplicações de sistemas de informação geográfica móveis: um estudo voltado para iniciativas de governo eletrônico na administração pública municipal.** Orientador: Jugurta Lisboa Filho. Co-Orientadores: Mauro Nacif Rocha e José Luís Braga.

O presente trabalho teve como propósito fazer um estudo sobre aplicações de Sistemas de Informação Geográfica Móveis (SIG Móveis), direcionado a iniciativas de governo eletrônico na administração pública municipal. Procurou-se então, elaborar uma taxonomia de aplicações de SIG Móveis, para cada uma das áreas de uma administração pública. Com base na modelagem conceitual do banco de dados das aplicações orientadas para a área urbana, apresentadas na taxonomia, encontrou-se um conjunto de elementos comuns, especificado por meio de um padrão de análise. Além disso, conduziu-se uma pesquisa sobre os problemas de armazenamento de dados geo-espaciais em dispositivos móveis. Por fim, foi desenvolvida uma aplicação para comprovação dos resultados obtidos neste trabalho.

Abstract

MONTEIRO, Bruno Rabello, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2007. **Mobile geographic information systems applications: a study returned for electronic government's initiatives in the municipal public administration.** Adviser: Jugurta Lisboa Filho. Co-Advisers: Mauro Nacif Rocha and José Luís Braga.

The present work had as purpose to do a study about applications of Mobile Geographic Information Systems (Mobile GIS), directed to electronic government's initiative in the municipal public administrations. Then, it was proposed a taxonomy of Mobile GIS applications, for each public administration area. Based in conceptual modeling of database applications guided to urban areas, presented in the taxonomy, a common elements set was found and specified through an analysis pattern. Moreover, a research was guided about problems of storage geographic data in mobile devices. Finally, an application was developed to confirm the results obtained in this work.

1 Introdução

Governo eletrônico, e-governo (*e-government*) ou simplesmente *e-gov*, é atualmente uma tendência, não somente no Brasil, como também em todo o mundo. De acordo com Dujisin & Vigón (2004, p. 17) o *e-gov*, como conceito, começou a ser utilizado desde a segunda metade da década de 90, para acompanhar as transformações que foram produzidas com a incorporação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) nos afazeres das instituições públicas.

No Brasil, a adoção de políticas voltadas para o *e-gov* se faz presente praticamente em todas as esferas administrativas. Serviços como a entrega do imposto de renda pela Internet e a disponibilização de informações em *sites* de prefeituras, estados e da União é uma realidade, com grande parte dos cidadãos utilizando esses serviços hoje em dia.

Algumas tecnologias apresentam-se como possíveis propiciadoras do *e-gov*, entre elas estão os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). SIG são sistemas computacionais que permitem obter, armazenar, manipular e analisar dados geo-espaciais.

Além disso, muitas administrações públicas municipais vêm empregando essas tecnologias de geoprocessamento, tanto como ferramenta de apoio à tomada de decisão como ferramenta para suporte às atividades operacionais. Em muitas prefeituras, é comum também o uso de SIG integrado na *Web*, ampliando e democratizando o acesso à informação geo-espacial.

Recentemente o Governo Federal disponibilizou a I3Geo¹ – Interface Integrada para a Internet de Ferramentas de Geoprocessamento, uma solução para acesso e integração de dados geográficos através da Internet. A I3Geo é uma

¹ Informação retirada do site,
<http://www.governoeletronico.gov.br>

ferramenta de código livre, que pode ser encontrada no endereço <<http://www.softwarepublico.gov.br>>, desde setembro de 2007.

E com a consolidação da computação móvel, surge um novo tipo de SIG, que possibilita o acesso aos dados espaciais a qualquer lugar e a qualquer tempo, os Sistemas de Informação Geográfica Móveis, ou simplesmente SIG Móveis. Xiaoqing & Qingquan (2005) ressaltam que as aplicações de SIG Móveis permitem que a tecnologia SIG seja compartilhada e utilizada largamente pelo público todos os dias. Assim como os SIG, os SIG Móveis se apresentam como uma opção para agregar valor às iniciativas de governo eletrônico, seja na melhora da realização das tarefas internas, seja no oferecimento de serviços aos cidadãos e empresas.

No entanto, o uso de aplicações de SIG Móveis nas administrações públicas ainda é uma área pouco explorada. Essa realidade levou ao presente trabalho que visa desenvolver um estudo sobre a aplicabilidade de SIG Móveis nas diversas áreas da administração municipal.

1.1 O problema e sua importância

Os processos de tomada de decisão, dentro de uma administração pública municipal, são complexos devido principalmente às várias atividades existentes e a própria divisão interna das prefeituras. Esses processos exigem uma maior agilidade, precisão e dinamismo, tanto nas ações, quanto nas informações a serem obtidas pelos governantes.

Os atuais processos e fluxos de trabalho existentes nas prefeituras são, na maioria das vezes, ultrapassados e lentos, o que dificulta as ações e gera erros e atrasos nas informações necessárias para tomadas de decisão no âmbito municipal. A falta ou o erro nas informações percebidas pelas administrações públicas municipais ocasiona um falso conhecimento das reais necessidades de cada uma das áreas de atuação do governo municipal (saúde, habitação, saneamento básico, educação, entre outras).

O uso de tecnologias da informação, como as ferramentas de geoprocessamento e os SIG Móveis pode reestruturar esses fluxos e processos de trabalho de modo a agilizar ações e melhorar as informações presentes nas administrações públicas.

1.2 Objetivos do trabalho

O objetivo geral desta dissertação é verificar a aplicabilidade de Sistemas de Informação Geográfica Móveis nas administrações públicas municipais, a fim de desenvolver o governo eletrônico municipal. Especificamente, pretende-se:

- ◆ Propor uma taxonomia de aplicações de SIG Móveis para as várias áreas de uma administração pública municipal, relacionando-as com os atores do governo eletrônico;
- ◆ Propor um conjunto mínimo de dados geo-espaciais, que permitam a construção da maioria das aplicações direcionadas para as áreas urbanas de um município, mostradas na taxonomia proposta;
- ◆ Mostrar as dificuldades, discutir e propor soluções para o problema do tamanho de bases de dados geográficas utilizadas em dispositivos com baixo poder de armazenamento.
- ◆ Desenvolver um estudo de caso para o município de Rio Branco-AC, para demonstrar a adequação dos resultados obtidos no projeto.

1.3 Organização da dissertação

No Capítulo 2, são apresentados os conceitos de Governo Eletrônico e de Sistemas de Informação Geográfica Móveis, que contextualizam o trabalho.

No Capítulo 3, é proposta uma taxonomia de aplicações de SIG Móveis para as várias áreas de uma administração pública municipal. Essa taxonomia também relaciona tanto as aplicações quanto essas áreas, com os atores do governo eletrônico.

No Capítulo 4, define-se um conjunto de dados mínimo necessário para a construção da maioria das aplicações direcionadas para as áreas urbanas encontradas na taxonomia proposta. Em seguida, são discutidos os problemas encontrados na utilização da base de dados geográficos de Rio Branco-AC, na construção de um SIG Móvel.

No Capítulo 5, é mostrado, como estudo de caso, o desenvolvimento de um SIG Móvel para registro de Boletins de Cadastro Imobiliário.

No Capítulo 6, são apresentadas as conclusões finais e contribuições observadas ao longo do trabalho. Também são apontados alguns trabalhos futuros que poderão ser realizados para a complementação desta dissertação.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Governo Eletrônico

Joia & Cavalcante Neto (2004) ressaltam que o governo eletrônico, por ainda ser um campo exploratório de conhecimento, encontra dificuldades em ser conceituado precisamente. Porém, é possível encontrar algumas definições na literatura, como o conceito dado por (ZWEERS & PLANQUÉ, 2001, p. 92):

Governo Eletrônico objetiva fornecer ou tornar disponíveis informações, serviços ou produtos através de meios eletrônicos, a partir ou através de órgãos governamentais, a qualquer momento e lugar, de modo a agregar valor a todas as partes envolvidas.

Wimmer & Krenner (2001), por sua vez, apontam que existem na literatura duas formas de interpretação divergentes do que é governo eletrônico. De um lado ele é visto como um processo disciplinar para toda a administração pública, seja na reestruturação e modernização dos processos e atividades do governo, seja no provimento de melhores serviços e informações aos cidadãos e empresas. Do outro lado são considerados os projetos concretos de *e-gov*, que são percebidos de duas formas diferentes.

Na primeira forma, o governo eletrônico é visto de um modo maior, abrangendo todos os projetos administrativos e de governo, como a votação eletrônica (*e-voting*), a democracia eletrônica (*e-democracy*), justiça eletrônica (*e-justice*), entre outros. Na segunda forma, o governo eletrônico é mais aplicado dentro dos domínios da administração eletrônica (*e-administration*).

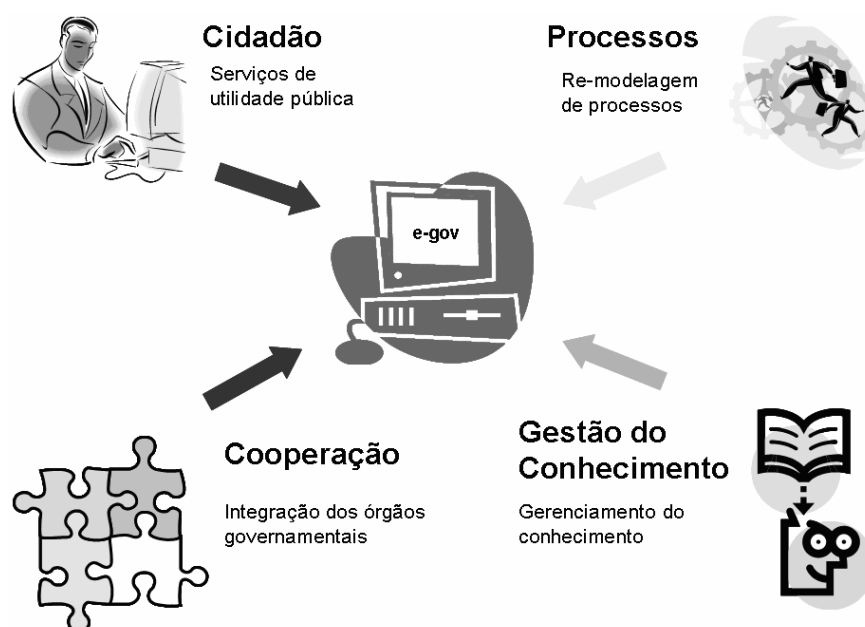
Lenk & Traunmüller (2001, p. 63-77) vêem o *e-gov* como uma coleção de quatro perspectivas diferentes, cada uma com um enfoque distinto: nos cidadãos; nos processos; na cooperação; e na gestão do conhecimento. Com cada perspectiva tendo um objetivo diferente, como mostra a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Perspectivas do governo eletrônico.

Perspectivas	Objetivos
Do Cidadão	Visa oferecer serviços públicos aos cidadãos.
De Processos	Visa repensar e reprojetar os processos produtivos existentes em uma administração pública (nas suas várias esferas administrativas) como, por exemplo, o processo de licitação de compras (<i>e-procurement</i>).
Da Cooperação	Visa integrar os vários órgãos do governo, bem como realizar essa integração entre o governo e organizações privadas e não-governamentais. Agilizando o processo decisório, sem perda de qualidade, diminuindo a fragmentação e redundâncias existentes nas relações entre esses atores.
Da Gestão do Conhecimento	Visa permitir ao governo e suas esferas criarem, gerenciarem e disponibilizarem o conhecimento, gerado e acumulado, por seus vários órgãos, em bases de dados adequadas.

Fonte: Adaptado de Lenk & Traummüller (2001).

A Figura 2.1 ilustra as quatro perspectivas do Governo Eletrônico:



Fonte: Retirado de Castoldi (2003).

Figura 2.1 – Perspectivas do Governo Eletrônico.

Perri 6 (2001, p. 7-27) compreende o governo eletrônico de uma forma mais ampla, com abrangência dos seguintes fatores:

- ◆ Fornecimento de Serviços Eletrônicos.
- ◆ Democracia eletrônica (*e-democracy*).
- ◆ Governança eletrônica (*e-governance*).

O primeiro é o que engloba a maior parte dos esforços e pesquisas, além de envolver o fornecimento de serviços para o contribuinte, bem como, foca no

relacionamento entre empresas e o governo, através do uso das tecnologias da informação e comunicação. Democracia eletrônica ou *e-democracy* compreende, entre outros, sistemas de votação eletrônica nos parlamentos e assembleias e consultas *on-line* pelos cidadãos. No Brasil, o atual sistema de votação é um exemplo de *e-democracy*. Já a governança eletrônica ou *e-governance* é a área menos estudada do e-governo e está relacionada ao suporte digital para construção de políticas públicas, tomadas de decisões, entre outras. Uma diferenciação entre governo eletrônico e governança eletrônica é dada por (JARDIM, 2004, p. 7):

“Do ponto de vista estritamente tecnológico, o e-gov visaria o cidadão comum um ponto a conectar dentro de uma rede, enquanto a governança eletrônica asseguraria o acesso e participação dos cidadãos individual e coletivamente dentro das redes governamentais”.

De uma forma mais simples, governo eletrônico pode ser considerado como a utilização das TICs para melhorar a entrega de serviços e informações aos cidadãos, empresas e servidores públicos pela administração pública, em todas as suas esferas. Conforme Joia (2006), o desenvolvimento de iniciativas de governo eletrônico na administração pública tornou-se obrigatório nos dias de hoje, entretanto, a adoção desse novo paradigma necessita ser acompanhado de treinamentos de todo o pessoal pertencente à organização pública.

2.1.1 Atores e relacionamentos do governo eletrônico

Além do próprio governo com suas várias esferas e órgãos políticos, o processo de governo eletrônico possui outros dois atores: Empresas e Cidadãos. Os três podem atuar tanto como fontes ou como destinatários dos serviços gerados no processo de governo eletrônico.

Serviços e informações são trocados através de diálogos existentes entre o próprio governo, as empresas e os cidadãos, tendo sempre o primeiro como um ator obrigatório em um diálogo. Tais diálogos resultam nos três tipos de relacionamentos comumente presentes no governo eletrônico:

- ◆ **G2G** (*Government-To-Government*) são as relações do governo com seus próprios órgãos e departamentos, em todas as suas esferas administrativas, e visam à qualidade da integração entre os serviços governamentais, envolvendo ações de reestruturação e modernização de processos e rotinas;
- ◆ **G2B** (*Government-To-Business*) e **B2G** (*Business-To-Government*) são as relações entre o governo e o setor privado como um todo, direcionadas para

o provimento de informações e serviços para os investimentos e negócios, bem como de apoio à interatividade e desenvolvimento de negócios de uma região específica.

- ♦ **G2C** (*Government-To-Citizen*) e **C2G** (*Citizen-To-Government*) são as relações entre o governo e os cidadãos, geralmente compostas por informações e serviços prestados aos cidadãos, com a realização de uma interação direta entre o usuário e o governo, promovendo a inclusão digital.

Alguns autores, como Castoldi (2003, p. 22), apontam o servidor público como um quarto ator, com os relacionamentos **G2E** (*Government-To-Employee*) e **E2G** (*Employee-To-Government*), que são as relações existentes, entre o governo e o próprio servidor público, visando promover uma melhora no processo e no trabalho realizado.

2.1.2 Estágios do governo eletrônico

Baum & Di Maio (2001) mostram que o alcance do governo eletrônico passa por quatro fases: Presença, Interação, Transação e Transformação. Segundo eles, essas etapas não são necessariamente sequenciais, e uma ou outra pode ser desconsiderada. Além disso, dentro de um mesmo governo, alguns órgãos e departamentos podem estar em estágios diferentes em um mesmo momento. A Tabela 2.2 explica cada uma dessas fases.

Tabela 2.2 – Quatro fases do governo eletrônico.

Fase	Característica
Presença	Presença na Internet através de <i>sites</i> do governo e seus demais órgãos e departamentos. O objetivo dessa fase é disponibilizar informações, como endereços, horário de funcionamento e alguns documentos oficiais de relevância para o público. Para terem acesso a essas páginas, os usuários da Internet devem conhecer os endereços eletrônicos ou fazer uso de <i>sites</i> de busca.
Interação	Alocação das várias páginas em um portal único através da utilização de <i>links</i> de acordo com o organograma interno do governo, acréscimo do serviço de busca interna nas próprias páginas e formulários para <i>download</i> . Permite acesso às informações críticas pelos cidadãos e empresas.
Transação	Permite ao cidadão conduzir e completar uma tarefa ou serviço completamente <i>on-line</i> , através de aplicações próprias. Todos os serviços são agregados em um único portal, ao invés da organização por departamentos.
Transformação	Redefine a entrega de serviços pelo governo, utilizando-se de um único ponto de contato com os cidadãos e empresas. Permite uma maior participação dos cidadãos no governo. Utilização de tecnologias mais avançadas como sistemas integrados por voz e Sistemas de Informação Geográfica Móveis.

Fonte: Adaptado de Baum & Di Maio (2001).

A transição entre essas fases requer uma análise e melhora de vários fatores que podem ser agrupados em: Estratégias e Políticas, Pessoas, Processos e Tecnologia. Cada um desses fatores afeta o processo de governo eletrônico de uma forma diferente, como mostra a Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Fatores de análise do governo eletrônico.

Fator	Influência
Estratégias e Políticas	Algumas leis, políticas e regulamentos podem ser incompatíveis com os novos tipos de comunicação (interna e externa).
Pessoas	Servidores públicos e políticos necessitam modificar a forma de trabalhar e interagir com a sociedade. Treinamento passa a ser requisito fundamental para o processo de transformação e aquisição do governo eletrônico.
Processos	Processos burocráticos que antes dependiam exclusivamente de uma trilha, pela qual os papéis gerados tinham que seguir tem de ser repensados e redesenhados.
Tecnologia	A variedade de tecnologias de informação e comunicação desempenha diferentes papéis nas quatro fases.

Fonte: Retirado de Baum & Di Maio (2001).

2.1.3 Governo móvel (*m-gov*)

Com a evolução da tecnologia, principalmente as redes de comunicação sem fio e dos dispositivos móveis tais como PDAs (*Personal Digital Assistants*), telefones celulares habilitados para Internet (*Smart Phones*) e *laptops*, o governo eletrônico visualizou uma especialização conhecida como governo móvel (*m-gov*).

Segundo (KUSHCHU & KUSCU, 2003), governo móvel pode ser definido como:

M-gov é definido como uma estratégia e sua implementação envolvendo a utilização de todos os tipos de tecnologias móveis e sem fio, serviços, aplicações e dispositivos para melhorar os benefícios prestados aos cidadãos, empresas e todas as unidades do governo.

“Governo móvel é um crescente e importante conjunto de estratégias e ferramentas complexas que modificarão completamente as regras e o funcionamento dos governos tradicionais” (AMINE & YOSRA, 2005). Roggenkamp (2004), por sua vez, define o governo móvel como “uma extensão de serviços e aplicações governamentais, disponíveis via várias redes de comunicações móveis e projetadas para uma variedade de dispositivos e camadas de apresentação”. Ou seja, os serviços e informações antes obtidos pelos usuários através da Internet, agora são entregues através de redes de comunicação sem fio e de redes de telefonia móvel, a qualquer lugar e a qualquer tempo.

Roggenkamp (2004) cita também que os serviços móveis não somente promovem eficiência, rapidez e processos com um menor número de erros, como também uma melhora nos serviços como um todo, através do contato direto com os cidadãos.

De acordo com Gang (2005) o *m-gov* traz para os governos locais uma maior aproximação com os cidadãos e a sociedade e permite assim, uma maior integração de serviços, além de oferecer aos seus empregados uma flexibilidade maior na execução das tarefas.

De acordo com Chang & Kannam (2002) na construção de serviços de *m-gov* existem três níveis de importância:

- ◆ Acesso móvel.
- ◆ Conteúdo móvel.
- ◆ Aplicação móvel.

No nível de acesso móvel, apenas uma porção dos serviços disponíveis *on-line* é colocada para acesso em dispositivos móveis. Nesse ponto, apenas uma adaptação no que diz respeito à apresentação do serviço ou da informação é feita.

No nível de conteúdo móvel, não é somente o conteúdo que é adaptado visualmente para dispositivos móveis, a forma de construção é modificada, com a incorporação de uma lógica móvel dedicada. Para isso, é comum a utilização de filtros e tradutores.

No último nível, de aplicação móvel, os sistemas são inteiramente projetados para o ambiente móvel. São incorporadas questões de segurança e de controle de acesso. Esse nível de importância é aplicável principalmente nas relações **G2G** e **G2C**, devido às limitações de autenticação e acessibilidade dos dispositivos.

Cada serviço ou informação deve ser analisado de acordo com os parâmetros: Intensidade e complexidade; Urgência; Confiabilidade; Interatividade; e Segurança. Tal análise é realizada para saber em que nível o serviço ou informação deve ser projetado, no âmbito do governo móvel.

Entre os desafios que existem na implantação do governo móvel estão (LANVIN, 2002; KUSHCHU & KUSCU, 2003):

- ◆ **Desenvolvimento de infra-estrutura** - Tanto a infra-estrutura física (tecnologia, equipamentos e rede de comunicações), quanto à infra-estrutura

de *softwares*, que possibilita a execução das transações móveis, deve estar presente;

- ◆ **Infra-estrutura de pagamentos** - É uma estrutura vital ao desenvolvimento do *m-gov*, uma vez que possibilita a execução completa de uma tarefa ou serviço através do meio móvel. Neste ponto aparecem duas dificuldades, a desconfiança por parte do usuário em enviar seus dados bancários através dos telefones celulares e ao baixo número de usuários com cartões de crédito comparados com o número potencial de usuários das transações móveis do governo. Recentemente, experiências de pagamentos realizados utilizando-se o próprio telefone celular visam diminuir essa desconfiança;
- ◆ **Privacidade e Segurança** - São as principais preocupações dos cidadãos em relação ao governo móvel. Isso se dá devido à possibilidade de rastreamento do número dos telefones celulares, da inexistência da discricção desse número, entre outros;
- ◆ **Acessibilidade** - O sucesso do governo móvel, assim como do próprio governo eletrônico, depende muito do número de usuários dos serviços disponíveis. Além disso, alguns fatores sócio-econômicos como renda mensal, nível de educação, idade e diferenças de idioma afetarão a atitude dos cidadãos frente ao *m-gov*;
- ◆ **Questões legais** - Muitos países não reconhecem a validade de documentos e transações eletrônicas, dificultando a implantação dos serviços móveis por parte do governo;
- ◆ **Compatibilidade** - Os serviços móveis devem ser totalmente compatíveis com os serviços do *e-gov* já existentes.

Goldstuck (2004) destaca que existem seis grandes áreas de atuação das tecnologias móveis e sem fio e, conseqüentemente, para o governo móvel. A Tabela 2.4 mostra as principais áreas com uma breve descrição.

Tabela 2.4 – Áreas de atuação do governo móvel.

ÁREA	DESCRIÇÃO
Conectividade	Refere-se à conectividade e acesso às informações disponíveis através das redes de comunicação sem fio. É tida como a área base para todo o processo de comunicação móvel e sem fio.
Comunicações pessoais	Refere-se à comunicação entre as pessoas envolvidas. Podem ocorrer através de chamadas de telefones celulares, mensagens de texto, <i>e-mail</i> , entre outros.
Gerenciamento de informação	Refere-se à qualidade da informação que é gerada e acessada através dos meios móveis e sem fio.
Logística	Refere-se ao melhoramento da logística dos negócios realizados pelo governo com a utilização dos dispositivos móveis e sem fio.
Posicionamento e identificação	Refere-se à utilização do fator posicionamento geográfico do dispositivo utilizado, para melhoramentos nos serviços oferecidos.
Negociação	Refere-se aos negócios eletrônicos envolvendo a rede de comunicação sem fio e móvel, bem como seus dispositivos.

Fonte: Elaborado pelo Autor a partir de dados de Goldstuck (2004).

As iniciativas do *m-gov* se apresentam como um complemento às iniciativas do governo eletrônico, uma vez que possibilita a entrega de serviços e informações a um número maior de pessoas. Isso devido ao número de pessoas que possuem dispositivos móveis (PDAs, *Laptops*, e especialmente, telefones celulares) crescer bem mais que o número de pessoas com computadores e Internet. “Do ponto de vista dos cidadãos, o governo móvel posiciona-se como uma nova porta de acesso aos serviços públicos que tenham sido feitos especificamente para os dispositivos móveis ou adaptados das aplicações existentes do governo eletrônico” (AMINE & YOSRA, 2005).

2.1.4 Governo eletrônico no Brasil - Panorama

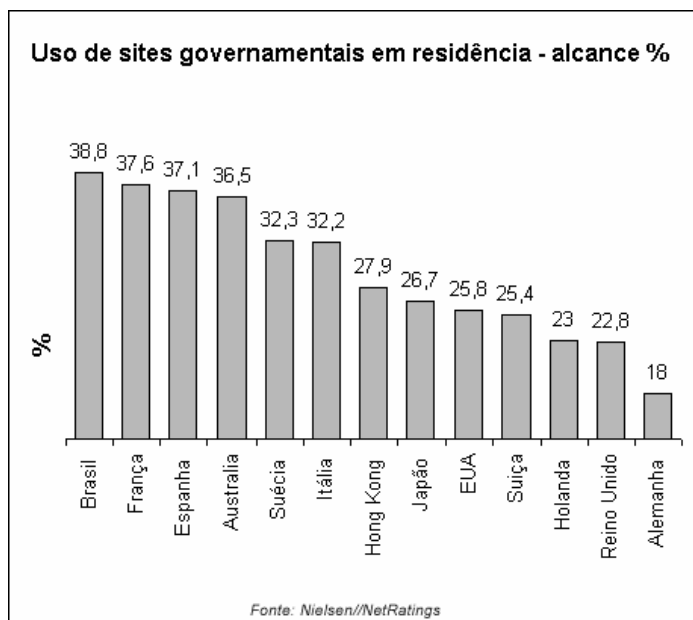
O governo brasileiro, ao longo dos últimos anos, vem executando um conjunto de projetos e iniciativas de governo eletrônico em todas as suas esferas administrativas, que envolve a sociedade, o setor privado e a própria administração pública.

No Brasil², a responsabilidade de conduzir o programa de governo eletrônico, cabe ao Ministério da Casa Civil da Presidência da República e possui como auxiliar executivo, a Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – SLTI/MP. No ano de 2000, estabeleceu-se o Comitê Executivo de Governo Eletrônico que é considerado o marco da implantação do Governo Eletrônico no país. Já no ano de 2002, foi publicado um documento contendo o balanço, de dois anos, das políticas de governo eletrônico no país. A SLTI/MP elaborou tal documento com colaboração do Comitê Executivo do Governo Federal. Desde 2003, o processo de implantação do Governo Eletrônico no país passou a ser constituído de oito Comitês:

- ◆ Implementação do Software Livre;
- ◆ Inclusão Digital;
- ◆ Integração de Sistemas;
- ◆ Sistemas Legados e Licenças de Software;
- ◆ Gestão de Sítios e Serviços On-Line;
- ◆ Infra-Estrutura de Rede;
- ◆ Governo para Governo – G2G;
- ◆ Gestão do Conhecimento e Informática Estratégica.

² Informações disponíveis no site do Governo Eletrônico no Brasil, <http://www.governoeletronico.gov.br>

De acordo com uma pesquisa datada de 01 de maio de 2005, realizada pelo IBOPE³, a utilização de sites governamentais no Brasil é uma das maiores dentre todos os países medidos, considerando o acesso a sites dos governos federal, estadual e municipal. A Figura 2.2 mostra a comparação entre os países.



Fonte: IBOPE (2005).

Figura 2.2 - Acesso a sites governamentais pelos países.

Almeida (2003) e Jardim (2004) destacam que o governo eletrônico no Brasil possui uma política orientada à construção gradativa de uma arquitetura de relacionamentos que envolvem o governo, os cidadãos e os parceiros e os fornecedores através de três frentes fundamentais:

- ◆ Interação com o cidadão;
- ◆ Melhoria da gestão interna;
- ◆ Integração com parceiros e fornecedores.

A interação com os cidadãos é feita através de portais na Internet, que atuam como um repositório de informações e serviços. A melhoria da gestão interna é alcançada com a integração entre sistemas em rede interna (*intranet*). Já a integração com os parceiros e fornecedores esta sendo desenvolvida em uma rede externa (*extranet*) conectada aos sistemas de informação do governo.

A maioria dos projetos de *e-gov* no Brasil é direcionada aos cidadãos (**G2C**) e às atividades de aquisição de bens e serviços de empresas privadas,

³ Informação retirada do site do IBOPE, <http://www.ibope.com.br>

principalmente através de leilões virtuais (**G2B**) (JOIA & CAVALCANTE NETO, 2004). Entre os serviços já oferecidos pelo governo federal aos cidadãos estão (JARDIM, 2004):

- ◆ Entrega de declaração de Imposto de Renda;
- ◆ Emissão de certidões de pagamentos de impostos;
- ◆ Divulgação de editais de compras governamentais;
- ◆ Cadastramento de fornecedores governamentais;
- ◆ Acesso a indicadores econômicos e sociais e a base de dados dos censos;
- ◆ Prestação de informações sobre aposentadorias e benefícios da previdência social;
- ◆ Informações sobre programas do governo federal.

De acordo com um estudo do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto br⁴ (NIC.br), realizado no ano de 2006, os serviços de consulta ao CPF e entrega da declaração de imposto de renda são os serviços de *e-gov* mais utilizados pelos brasileiros.

Conforme Fernandes & Afonso (2001), a experiência brasileira em governo eletrônico já atinge as três esferas do governo. No âmbito federal, praticamente nenhuma repartição está fora da grande rede, com pelo menos uma página *web*, e com alguns serviços já estão disponíveis, como os citados por (JARDIM, 2004). Dentre os serviços oferecidos no nível federal, podem-se destacar: o Rede Governo⁵, um portal de entrada para todas as iniciativas do governo federal na Internet; a declaração de Imposto de Renda⁶; o ComprasNet⁷, o portal de compras do governo federal; o UniRede⁸, um consórcio de 70 instituições públicas que visa democratizar o acesso à educação de qualidade; e o Portas Abertas⁹, uma iniciativa de disponibilizar computadores em locais de fácil acesso para todos os cidadãos.

No que diz respeito à esfera estadual, todas as unidades da federação possuem *sites* ou portais dos seus respectivos governos, todos variando quanto ao grau de desenvolvimento. Entre os estados em um estágio mais avançado, de acordo com a classificação dada por Baum & Di Maio (2001) de *e-gov*, estão:

⁴ <http://ww.nic.br>

⁵ <http://www.redegoverno.gov.br>

⁶ <http://www.receita.fazenda.gov.br>

⁷ <http://www.comprasnet.gov.br>

⁸ <http://www.unirede.br>

⁹ http://www.correios.com.br/servicos_quiosque

- ◆ Santa Catarina¹⁰;
- ◆ Rio de Janeiro¹¹;
- ◆ Minas Gerais¹²;
- ◆ Paraná¹³;
- ◆ Rio Grande do Sul¹⁴;
- ◆ São Paulo¹⁵.

Segundo a Pesquisa de Informações Básicas Municipais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 2001, o Brasil possuía 5.560 municípios e apenas 24,17% (1.344) das prefeituras tinham sites na Internet. Em 2005, o IBGE reeditou a pesquisa e verificou que houve um expressivo crescimento no número de municípios com site na Internet: de 24,17% (1.344) para 38,90% (2.163), representando um aumento de 14,73%. A diferença entre a complexidade e a qualidade das informações também é muito variada, assim como ocorre no nível estadual. De acordo com o 1º Ranking Nacional de Websites Municipais, 2006, pesquisa que avalia os serviços, conteúdos e informações disponibilizadas pelos *sites* das prefeituras, conduzido pelo TecGov – Centro de Estudos em Tecnologia de Informação para Governo, da Fundação Getúlio Vargas (FGV), os municípios com melhor classificação foram:

- ◆ São Paulo¹⁶;
- ◆ São Carlos¹⁷;
- ◆ Curitiba¹⁸;
- ◆ Ipatinga¹⁹.

Em relação aos municípios, o grande problema está nas pequenas localidades, já que boa parte delas não possui sistemas administrativos informatizados. Outro problema existente é o analfabetismo digital presente em grande número nesses municípios.

Como exemplo de experiência de *m-gov* existentes no Brasil, tem-se o estado do Paraná, que é pioneiro no país. Nele o cidadão já pode acessar através do telefone celular serviços de informação de alguns órgãos da administração

¹⁰ <http://www.sc.gov.br>

¹¹ <http://www.governo.rj.gov.br>

¹² <http://www.mg.gov.br>

¹³ <http://www.pr.gov.br>

¹⁴ <http://www.rs.gov.br>

¹⁵ <http://www.saopaulo.sp.gov.br>

¹⁶ <http://www.prefeitura.sp.gov.br>

¹⁷ <http://www.saocarlos.sp.gov.br/>

¹⁸ <http://www.curitiba.pr.gov.br>

¹⁹ <http://www.ipatinga-mg.com.br/>

pública como, por exemplo, consultar o DETRAN para informações sobre um determinado veículo, consultar a Secretaria da Fazenda do Estado para obter o valor da taxa do IPVA, entre outros (ORTOLANI, 2002).

O estado do Piauí recentemente implantou serviços pelo telefone celular, onde é possível consultar multas, prazos para licenciamentos de veículos ou verificar contas de água ou luz (MOREIRA, 2005).

2.2 Sistemas de Informação Geográfica Móveis

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) apresentam-se a cada dia mais freqüentes na vida do cidadão comum, seja nos noticiários, jornais e revistas, seja nos serviços que são prestados pelos diversos órgãos de governo.

Uma definição para SIG pode ser vista em (WORBOYS, 1995):

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são sistemas computacionais que permitem a captura, o armazenamento, a manipulação, a recuperação, a análise e a apresentação dos dados referenciados geograficamente.

Também nos últimos anos, a Computação Móvel (CM) tornou-se mais acessível, através dos avanços nos dispositivos móveis e na tecnologia de comunicação sem fio. A integração da Internet, da conectividade sem fio e dos dispositivos móveis tais como PDAs, telefones celulares, entre outros, proporciona uma nova possibilidade de aplicações e serviços às pessoas, empresas e governos.

A integração dessas duas tecnologias (SIG-CM) oferece novas dimensões, a qualquer tempo e em qualquer lugar, com o acesso às informações e atributos espaciais por meio dos SIG. Fangxiong, Fuling & Yingzi (2004) denominam essa integração de Sistemas de Informação Geográfica Móveis ou, simplesmente SIG Móveis.

Tsou (2004), por sua vez, define os SIG Móveis da seguinte forma:

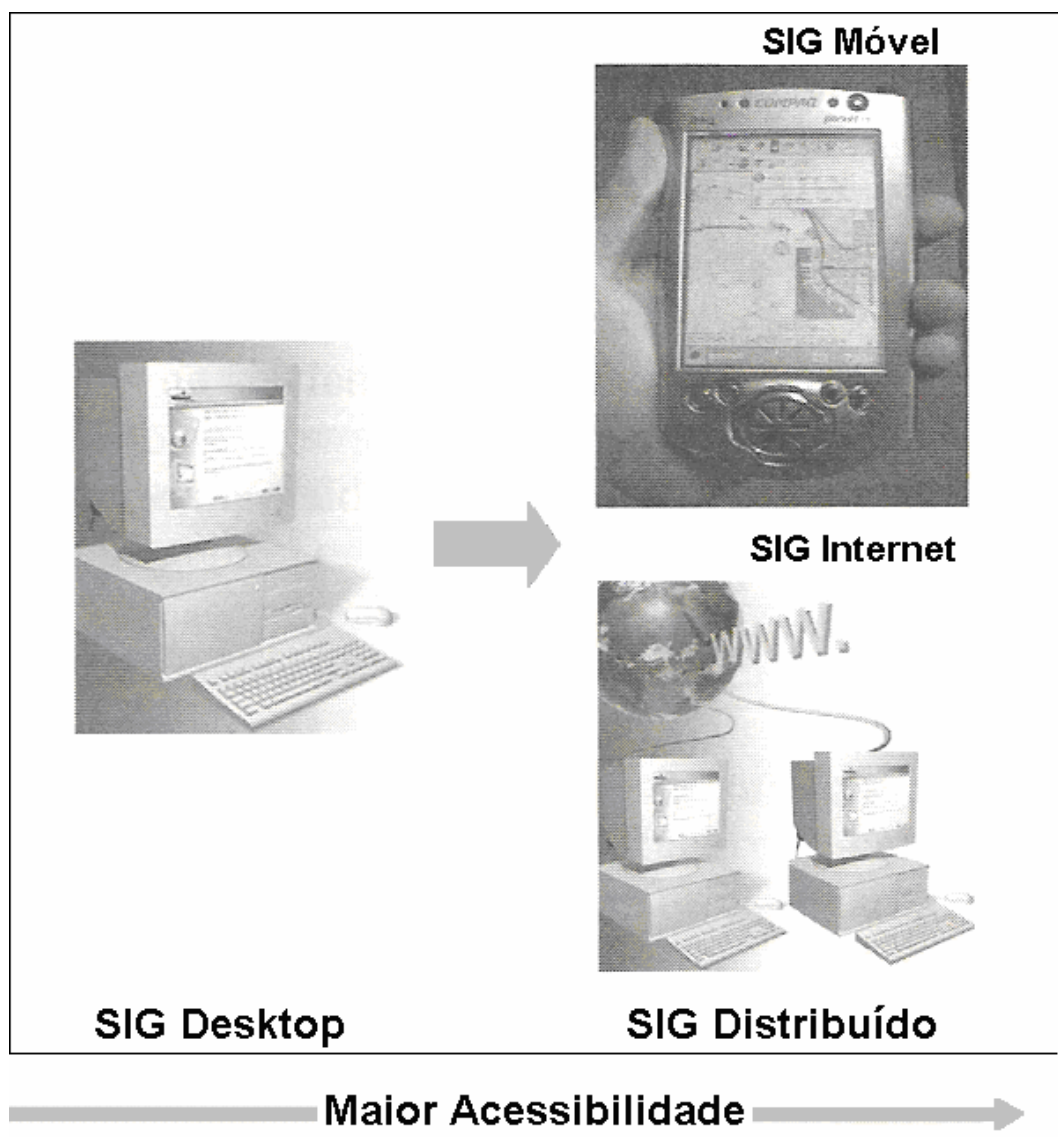
SIG Móvel é um framework integrado de hardware e software para o acesso de serviços e dados georreferenciados através de dispositivos móveis, pela rede cabeada ou pela rede sem fio.

De acordo com Kwon & Kim (2005), a convergência de várias tecnologias entre elas a Internet, a comunicação sem fio, as tecnologias de localização e os SIG, tem originado novos ambientes computacionais. Mais especificamente, o desenvolvimento da Internet sem fio e dos dispositivos móveis (PDA, laptops e telefones celulares), tornou disponíveis vários campos de serviços de aplicação e possibilitou o acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer hora por parte dos usuários.

Os SIG Móveis, bem como as aplicações de SIG na *Web*, são subtipos dos SIG distribuídos, que por sua vez, são uma evolução dos tradicionais SIG em *desktop*, Figura 2.3. A principal diferença entre os dois subtipos reside no fato de

que os SIG Móveis utilizam os dispositivos móveis para prover o acesso às funções e dados espaciais enquanto os segundos usualmente utilizam o computador *desktop* com Internet cabeada e navegadores para obter o acesso às funções e aos dados.

Peng & Tsou (2003) classificam os SIG rodando em *desktop* como Sistemas SIG (*GISystem*), enquanto os SIG distribuídos, SIG Móvel e SIG na *Web*, são classificados como Serviços SIG (*GIServices*). O termo “serviço” empregado refere-se aos componentes de serviço, ou seja, componentes com certas funcionalidades dos quais podem ser feitos *downloads* e posteriormente combinar esses componentes a fim de formar um SIG personalizado.



Fonte: Adaptado de Peng & Tsou (2003).

Figura 2.3 - Evolução dos SIG.

Segundo McDonald (2004) as aplicações de SIG Móveis são caracterizadas pela habilidade de suportar a computação itinerante, a distribuída e a ubíqua. A Tabela 2.5 mostra a diferença entre os termos.

Tabela 2.5 – Definições de computação Itinerante, Distribuída e Ubíqua.

Termo	Significado
Itinerante	Proporciona capacidades computacionais durante os movimentos realizados por uma pessoa, por um veículo, um avião, um navio, etc.
Distribuída	Integra as funções que são executadas em diferentes lugares de um modo que seja transparente ao usuário.
Ubíqua	Oferece as mesmas funcionalidades ao usuário independente de sua localização.

Fonte: Retirado de McDonald (2004).

Maguire (2001) destaca que um SIG Móvel não é um SIG convencional modificado para operar em um dispositivo menor, mas, um sistema construído utilizando-se fundamentalmente um novo paradigma. Esse novo paradigma implica, entre outras coisas, atentar para novas características presentes nos SIG Móveis, como: a limitação da largura de banda da rede de comunicações sem fio; o baixo poder de processamento e armazenamento dos dispositivos móveis quando comparados aos computadores *desktops* usuais; e a diferença no tamanho da tela para apresentação dos mapas e resultados.

Tais características devem ser consideradas juntamente aos requisitos próprios da tecnologia SIG. Dentre os requisitos próprios dos SIG, citados por Luaces *et al* (2005), pode-se citar:

- ◆ Tipos de dados e operações para representar e manipular dados geo-espaciais;
- ◆ Diferentes procedimentos de análise e visualização dos dados geo-espaciais;
- ◆ Dados geo-espaciais são tipicamente volumosos com uma estrutura hierárquica naturalmente imposta;
- ◆ Processamento de dados geo-espaciais é caracterizado por transações mais longas que as transações que ocorrem em bancos de dados relacionais;
- ◆ Existem duas diferentes visões conceituais do espaço geográfico – uma visão baseada em objeto e uma visão baseada em campo;
- ◆ Adicionalmente, cada visão conceitual do espaço pode ser representada de diferentes modos em um sistema computacional.

Todo esse conjunto de requisitos, tanto dos SIG tradicionais quanto dos SIG Móveis, causa impactos em toda a arquitetura e projeto de um SIG Móvel, que devem ser observados no projeto e desenvolvimento da aplicação.

Além das restrições citadas anteriormente, têm-se duas metas adicionais a serem alcançados pelos SIG Móveis: a resposta rápida e a informação precisa (SHI *et al*, 2003). Entretanto, o tamanho das bases de dados atuais e os limites da comunicação sem fio impõem desafios a serem superados no alcance dessas metas.

2.2.1 Arquitetura de um SIG Móvel

De acordo com Tsou (2004), os SIG Móveis utilizam a arquitetura cliente / servidor. Os componentes do lado do cliente são dispositivos móveis que podem mostrar mapas ou prover resultados analíticos de operações SIG. Os componentes do lado servidor proporcionam dados espaciais e executam operações de SIG com base em requisições feitas pelo cliente. Entre o cliente e o servidor existem vários tipos de comunicação possíveis, desde os tradicionais cabos até as redes de comunicações sem fio.

O lado cliente é representado geralmente por algum dispositivo móvel, com capacidades de amostragem de mapas, por exemplo, PDAs, *laptops*, telefones celulares, etc. O lado servidor é usualmente composto por um servidor *Web*, um servidor de mapas e o servidor de dados, além dos *softwares* responsáveis pela sincronização da comunicação entre o cliente e o servidor e de um possível servidor de redes sem fio, quando a comunicação utilizar esse recurso.

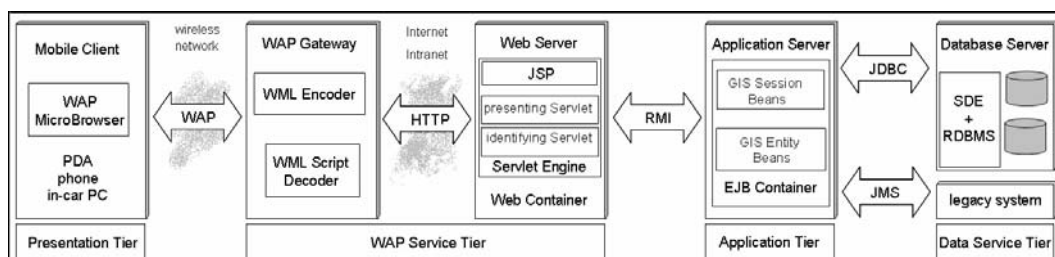
A arquitetura pode ser classificada de três formas, dependendo do quanto de processamento é executado no lado do cliente:

Cliente fino (*Thin client*) – Pouco ou nenhum processamento lógico no lado do cliente. Grande parte do processamento ocorre no servidor, sendo o cliente utilizado meramente como interface do usuário com o SIG Móvel para entrada, requisição e visualização da saída dos processamentos gerados pelo servidor;

Cliente grosso (*Thick client*) – A maior parte do processamento lógico ocorre no lado do cliente. O servidor fica responsável, na maioria das vezes, somente por enviar dados ao cliente.

Cliente esperto (*Smart client*) – Combina as características das duas arquiteturas anteriores. Gerenciamento e distribuição centralizada, aplicações executadas localmente, trabalha conectado ou desconectado do servidor. O lado cliente, diferentemente do cliente fino, possui alguma lógica do sistema, mas não todo o processamento, como ocorre no cliente grosso.

A Figura 2.4 mostra uma “arquitetura de cliente fino” com base no protocolo WAP (*Wireless Application Protocol*). WAP é um protocolo internacional para acesso a Internet, otimizado para dispositivos móveis que possuem visores limitados e teclados pequenos, além de baixas larguras de banda nas redes de comunicação sem fio (WAP FORUM, 2002).



Fonte: Retirado de Fangxiong, Fulling & Yingzi (2004).

Figura 2.4 - Arquitetura de cliente fino.

Essa arquitetura é composta de quatro camadas lógicas. Do lado cliente tem-se a camada de apresentação, enquanto no lado servidor estão a camada de serviço WAP, a camada de aplicação e a camada de serviços de dados.

2.2.2 Dispositivos móveis

O cliente é a principal característica das aplicações de SIG Móveis. Enquanto nas aplicações de SIG na *Web*, os clientes são os próprios computadores pessoais ou *desktop*, nas aplicações de SIG Móveis os clientes são os dispositivos de mão tais como os *laptops*, os PDAs (*Personal Digital Assistant*) e telefones celulares habilitados à Internet (*Smart Phones*), e recentemente os UMPCs (*Ultra Mobile PCs*).

Todos esses dispositivos possuem, além da diferença no tamanho, outras características próprias, que influenciam tanto no projeto da aplicação quanto na escolha de qual dispositivo utilizar.

De acordo com Peng & Tsou (2003), todos os dispositivos de mão possuem limitadas capacidades de processamento, ou seja, menor poder nas CPUs (*Central Processing Units*); menor quantidade de memória RAM (*Random Access Memory*); fornecimento de energia limitado; tamanho de tela menor e dispositivo de entrada limitado.

Os *laptops* são muito parecidos com os computadores *desktop* em termos de sistemas operacionais utilizados, dispositivos de entrada e telas de visualização.

Os *laptops* podem ser conectados tanto a redes cabeadas *Ethernet*, quanto a redes de comunicação sem fio. Devido à semelhança com os computadores *desktop* o trabalho em *laptops* é também muito semelhante, exceto talvez pela largura de banda, quando se utiliza redes sem fio, e pela duração da fonte de energia do *laptop*, quando o mesmo não está conectado a rede elétrica. A Figura 2.5 mostra dois exemplos de *laptops*. O primeiro à esquerda é o modelo Sony Vaio (www.sony.com) e o segundo é o modelo Pavilion da HP (www.hp.com). Ambos podem ser encontrados no mercado nacional.



Fonte: Extraído de (<http://www.sony.com>) e (<http://www.hp.com>).

Figura 2.5 - Exemplos de laptops.

Os PDAs podem ser encontrados no mercado em dois formatos, *tablet* e *clamshell*. O primeiro tipo não possui teclado e os dados e menus são acionados através do visor que é sensível ao toque. Os PDAs da fabricante *Palm* (conhecidos como *Palmtops*) são exemplos mais conhecidos de *tablet* PDAs. Os sistemas operacionais existentes no PDA são diferentes dos existentes para os computadores *desktop*, os mais conhecidos são o PalmOS, que funciona nos PDAs da *Palm*, o Microsoft Pocket PC, que é uma versão mais compacta do sistema operacional para *desktop*, e o sistema Symbian EPOC. O segundo tipo, por sua vez, é semelhante a um *laptop*, porém em proporções reduzidas.

A Figura 2.6 mostra os dois tipos de PDAs existentes, na esquerda temos o modelo TX da Palm (www.palm.com) do tipo *tablet* e na direita temos o modelo JASJAR da i-mate (www.clubimate.com) do tipo *clamshell*.



Fonte: Extraído de (<http://www.palm.com>) e (<http://clubimate.com>).

Figura 2.6 - Exemplos de PDAs.

Smart Phones são telefones celulares com funções extras como acesso a Internet, *download* e *upload* de dados, fácil comunicação com computadores e PDAs, etc. Eles possuem características tanto de um PDA quanto de um telefone celular “comum”. A Figura 2.7 mostra dois *Smart Phones*, o primeiro é o modelo TREO da Palm e o segundo é o modelo Blackberry 8705g da empresa RIM – *Research in Motion* (www.blackberry.com).



Fonte: Extraído de (<http://www.palm.com>) e (www.blackberry.com).

Figura 2.7 - Exemplos de Smart Phones.

Os UMPCs são a mais recente geração dos dispositivos móveis. Normalmente possuem telas de 20 centímetros, com resoluções a partir de 800x480. Possuem discos rígidos com capacidade semelhante a *laptops*, da ordem de 160 Gigabytes. Podem incluir *Bluetooth*, *Wi-Fi* e *Ethernet*. Permite a utilização de teclados e mouses. Funcionam com os sistemas operacionais *Microsoft*

Windows XP, por exemplo. A Figura 2.8 mostra o *Ultra Mobile Q1* da empresa Samsung (www.samsung.com).



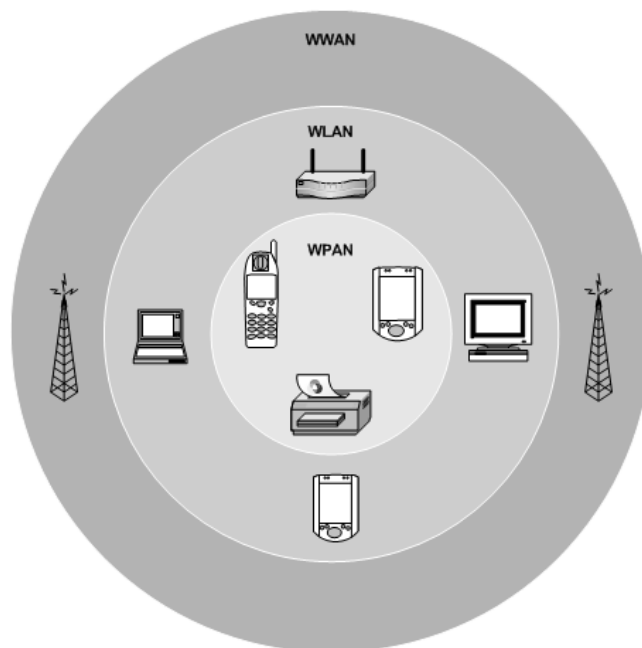
Fonte: Extraído de (<http://www.samsung.com>).

Figura 2.8 – Exemplo de UMPC.

2.2.3 Comunicação Cliente / Servidor

A comunicação sem fio ou através das redes de telefonia móvel permite uma comunicação em tempo real. Já a comunicação através de cabos conecta o dispositivo ao computador, que carrega os dados a serem utilizados. Desta forma, não é permitido nenhum tipo de comunicação entre o cliente e o servidor enquanto o cabo não os estiver conectando. Ambos os tipos de comunicação devem prover comunicação nos dois sentidos, ou seja, dados do cliente para o servidor e do servidor para o cliente.

Existem várias possibilidades de comunicação sem fio que podem ser utilizadas entre o cliente e o servidor. A escolha de qual utilizar dependerá exclusivamente dos requisitos da aplicação e da disponibilidade da tecnologia no local. Existem basicamente três tipos de redes sem fio, Figura 2.9: **WPAN** (*Wireless Personal Area Network*) ou **Rede Pessoal Sem Fio**; **WLAN** (*Wireless Local Area Network*) ou **Rede Local Sem Fio**; e **WWAN** (*Wireless Wide Area Network*) ou **Rede de Longa Distância Sem Fio**, que podem operar separadas ou em conjunto.



Fonte: Retirado de Lima (2005).

Figura 2.9 - Tipos de redes sem fio.

Redes Pessoais Sem Fio servem para conectar dispositivos próximos, e são geralmente utilizadas para substituir as conexões através de cabos. Esse tipo de rede não necessita infra-estrutura pré-existente, pois os dispositivos conectam diretamente uns com os outros. Podem-se citar como exemplos de redes pessoais sem fio (TANEMBAUM, 2003):

Bluetooth - É um padrão de comunicação sem fio para interconectar dispositivos de computação e comunicação e ainda acessórios, utilizando rádios sem fio de curto alcance, baixa potência e baixo custo. Basicamente, com a tecnologia *Bluetooth* é possível conectar o cliente ao servidor desde que o cliente esteja a uma distância máxima de 10 metros do servidor. Em casos onde são utilizados amplificadores, essa distância pode subir para 100 metros. A velocidade máxima de transmissão nominal alcançada pelo *Bluetooth* é de 1 Mbps, ou de até 3 Mbps para o *Bluetooth 2.0*;

Infravermelho (*Infrared Data Associates – IrDA*)- É um outro padrão de comunicação sem fio. Atualmente muitos *laptops* e telefones celulares utilizam essa tecnologia que, assim como *Bluetooth*, também possui o baixo custo como atrativo. Possui como vantagem uma velocidade de transmissão maior, 4 Mbps, porém necessita que não exista nenhum objeto entre o servidor e o cliente, uma vez que os raios infravermelhos não conseguem atravessar objetos sólidos.

Redes Locais Sem Fio substituem os cabos utilizados nas conexões *Ethernet* e disponibilizam conexões em pontos específicos como: empresas; indústrias; aeroportos; etc. Tais pontos são denominados *hotspots* e permitem alcances de até 100 metros. Além de um maior alcance, as WLANs possuem taxas de transferências maiores, na ordem de 11 a 200 Mbps. Os exemplos desse tipo de rede estão os padrões da família 802.11 como, por exemplo, o Wi-Fi ou 802.11b, o padrão 802.11a, o 802.11g e 802.11n (TANEMBAUM, 2003):

Wi-Fi (padrão *IEEE 802.11b*) – O padrão 802.11b é mais conhecido como Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), sendo também o padrão mais popular. Atinge taxas de transferências da ordem de 11 Mbps, com alcances de até 100 metros. Como opera no mesmo espectro de frequência que o *Bluetooth*, 2,4 GHz, a combinação dessas duas redes pode causar conflitos;

Padrão 802.11a – Também é referenciado como Wi-Fi5, opera na frequência de 5 GHz, sendo, portanto incompatível com o Wi-Fi, e alcança velocidades de transferências de até 54 Mbps, mas tem um alcance de somente 50 metros;

Padrão 802.11g – Também opera na frequência de 2,4 GHz, possibilitando uma compatibilidade com o padrão Wi-Fi, porém por trabalhar com técnicas de modulação diferentes, possui uma taxa de transferência maior, da ordem de 54 Mbps. O alcance obtido é o mesmo que o Wi-Fi, 100 metros;

Padrão 802.11n – Comercialmente disponível a partir de 2006, utiliza tecnologia MIMO (*Multiple Input / Multiple Output*) e outros recursos, possibilitando taxas de transferência da ordem de 200 Mbps. Compatível tanto com o padrão 802.11b, quanto com o padrão 802.11g.

Redes de Longa Distância Sem Fio são as redes de telefonia móvel. Possuem inúmeros padrões, porém sem nenhum tipo de compatibilidade entre eles. O acesso as WWANs é feito através de concessionárias de telefonia móvel, que cobram taxas pelo serviço. A qualidade da transmissão, bem como a velocidade na taxa de transferência, depende da tecnologia escolhida. Como alguns exemplos das tecnologias das redes de longa distância têm-se (TANEMBAUM, 2003):

Primeira Geração (1G) – Redes com sinais analógicos e possibilidade de comunicação somente através de voz. Possuem transmissões de baixa qualidade e não apresenta mecanismos para segurança. O AMPS (*Advanced Mobile Phones*

Service) apresentou-se como o exemplo mais popular dentre as tecnologias da primeira geração;

Segunda Geração (2G) – Surgiu como uma evolução das tecnologias 1G em meados da década de 90. Os sinais passaram a ser digitais, com transmissões de alta qualidade, inicialmente somente para voz e posteriormente também para dados. Dentre as tecnologias 2G temos a DAMPS (*Digital AMPS*), conhecidas como TDMA, que suportavam apenas voz, o GSM (*Global System for Mobile Communications*) e o CDMA (*Code Division Multiple Access*);

Geração 2.5 (2.5G) – Não chega a ser uma evolução, mas sim um melhoramento das tecnologias 2G. Tal melhoramento proporcionou aumento nas taxas de transmissão da ordem de 10 vezes comparadas com as taxas das tecnologias 2G. GPRS (*General Packet Radio Services*) e EDGE (*Enhanced Data Rates for Global Evolution*), que funciona com o GSM e o CDMA 1x, são os melhoramentos existentes e permitem uma maior eficiência na transmissão de dados. A geração 2.5G permite que os usuários tenham a experiência de estarem sempre conectados, com alta velocidade, acessos sem fio sem que os provedores de serviço aumentem as taxas de cobrança, necessárias para implantação da terceira geração;

Terceira Geração (3G) - Foram tecnologias desenvolvidas com o intuito de se obter uma comunicação de dados global e padronizada, com alta velocidade na transmissão de dados e alta qualidade na transmissão de voz. Podem chegar a taxas de transferência máximas da ordem de 2 Mbps, muito superior à taxa de 144 kbps alcançadas pelas tecnologias 2G. Dentre os padrões 3G estão o WCDMA (*Wideband CDMA*), CDMA 2000 EV-DO.

WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) – Corresponde ao padrão IEEE 802.16. É bem similar ao padrão Wi-Fi e suas redes funcionam de forma semelhante à das redes *Bluetooth*. As transmissões podem chegar aos 75 Mbps a uma distância de 50 quilômetros. Opera na faixa ISM (*Industrial, Scientific, Medical*) centrada em 2,45 GHz.

2.3 Considerações finais

Este capítulo apresentou uma visão geral dos conceitos de Governo Eletrônico e de Sistemas de Informação Geográficas Móveis.

O Governo Eletrônico compreende um domínio amplo que pode ser visto não somente como um produto ou serviço, mas sim com uma nova forma de se pensar nos processos que envolvem as administrações públicas.

Enquanto isso, os SIG Móveis apresentam-se como uma ferramenta que agrega os valores de mobilidade aos seus usuários, levando informações geográficas, a qualquer lugar e a qualquer tempo. Uma vez que suas utilizações variam desde aplicações que utilizam a localidade do usuário para prover serviços e informações, quanto para execução de trabalhos no campo, os SIG Móveis aparecem como uma boa opção na promoção e desenvolvimento do *e-gov*.

O próximo capítulo mostra uma taxonomia, e sua relação com os conceitos apresentados neste Capítulo, de quais tipos de SIG Móveis podem ser utilizados em cada uma das áreas de uma prefeitura a fim de promover o Governo Eletrônico.

3 Taxonomia de Aplicações de SIG Móveis para Administrações Públicas Municipais

3.1 Introdução

São várias as pesquisas existentes que descrevem SIG Móveis aplicados na área de Governo Eletrônico (*e-gov*) (KWON & KIM, 2005), (AGHAI, 2003), (BERTOLOTTO *et al*, 2002), (WU *et al*, 2002).

Entretanto, a relação entre o Governo Eletrônico e os Sistemas de Informação Geográfica Móvel, na maioria das vezes, não é explícita e nem mesmo intencional, ou seja, os benefícios dos SIG Móveis para o *e-gov* surgem mais como uma consequência do que como um objetivo inicial.

Além disso, grande parte das pesquisas mostra somente aplicações SIG Móveis específicas para uma determinada área de aplicação como, por exemplo, turismo ou transportes. Não encontrou-se nenhuma classificação ou levantamento de que possíveis aplicações de SIG Móveis que podem auxiliar as áreas de uma administração pública municipal, bem como a sua relação com as iniciativas do *e-gov*.

Este Capítulo propõe uma taxonomia das aplicações de SIG Móveis que possa auxiliar as diversas áreas de uma administração pública municipal e sua relação com o governo eletrônico. Essa taxonomia tem como meta servir de orientação para a exploração de possíveis aplicações de SIG Móveis que auxiliem uma administração pública municipal. A taxonomia faz um cruzamento entre três parâmetros: as áreas relacionadas à administração pública municipal, os tipos de SIG Móveis e os atores do *e-gov*.

O restante do Capítulo está organizado do seguinte modo: a Seção 3.2 lista algumas áreas de aplicação de SIG. A Seção 3.3 descreve em detalhes cada um dos parâmetros da taxonomia. Na Seção 3.4 é apresentado o resultado do

cruzamento desses parâmetros. Por último, a Seção 3.5 traz algumas considerações finais a respeito da taxonomia proposta.

3.2 Áreas de aplicação de SIG

Na literatura existem algumas listagens de áreas de aplicações SIG e para ferramentas de geoprocessamento como, por exemplo, (ANTENUCCI *et al*, 1991) e (RAMIREZ, 1994).

Ramirez (1994), por sua vez, relaciona de forma livre as áreas de aplicação das ferramentas para geoprocessamento focando nos aspectos ligados à área de banco de dados. Os SIG são um subconjunto das ferramentas de geoprocessamento, sendo assim, os resultados apresentados podem ser subentendidos como sendo para aplicações SIG. A Tabela 3.1 apresenta as áreas de aplicação identificadas por Ramirez (1994).

Tabela 3.1 – Grupos e Subgrupos das áreas de aplicação das ferramentas SIG.

Grupo	Subgrupo
Ocupação Humana	Planejamento e Gerenciamento Urbano Regional
	Educação e Ação Social
	Saúde
	Transportes
	Turismo, Cultura, Lazer e Desporto
Atividades Econômicas	Marketing
	Indústrias
Uso da Terra	Agroindústria
	Irrigação
	Cadastro Rural
Uso dos Recursos Naturais	Extrativismo Vegetal
	Extrativismo Mineral
	Energia
	Recursos Hídricos
	Oceania
Meio Ambiente	Ecologia
	Clima
	Gerenciamento Florestal
	Poluição

Fonte: Retirado de Ramirez (1994).

Antenucci *et al* (1991) lista as áreas de aplicação de SIG em categorias de uso. São elas: Aplicações de tomada de decisão; Aplicações voltadas ao processo eleitoral; Gerenciamento de infra-estrutura; Publicação de mapas e de base de dados; Exploração de minério, gás e petróleo; Saúde e segurança pública; Gerenciamento de informação de bens e imóveis; Gerenciamento de recursos

renováveis; Transporte e logística; Planejamento regional e urbano; Aplicações relacionadas à pesquisa e educação; Aplicações Governamentais; e Aplicações voltadas ao setor privado.

Outros trabalhos encontrados na literatura também relacionam algumas áreas de aplicações de SIG como, por exemplo, (BURROUGH, 1986), (SOUZA, 1993) e (LONGLEY *et al*, 2005). Entretanto, as áreas de aplicação identificadas são semelhantes as já apresentadas por (RAMIREZ, 1994) e (ANTENUCCI, 1991).

3.3 Parâmetros utilizados na taxonomia

Os três parâmetros da taxonomia são descritos nas seções a seguir.

O intuito de utilizar esses três parâmetros é de tornar explícitos os tipos Sistemas de Informação Geográfica Móveis que podem ser construídos e utilizados dentro de cada uma das áreas que compõem um governo local, e em quais perspectivas do governo eletrônico esses sistemas se encaixam.

3.3.1 Áreas de aplicações SIG relacionadas à Administração Pública Municipal

O primeiro parâmetro diz respeito às áreas de aplicação SIG relacionadas às prefeituras. Ele utiliza a idéia de grupos e subgrupos propostos por (RAMIREZ, 1994), com algumas modificações.

Tais modificações foram feitas com o intuito de adequar os grupos e subgrupos de (RAMIREZ, 1994) ao contexto de uma administração pública municipal. Esse ajuste foi motivado pela semelhança dos subgrupos (RAMIREZ, 1994) com a organização interna das prefeituras em secretarias, de algumas cidades como: Rio Branco-AC¹, Belo Horizonte-MG², Rio de Janeiro-RJ³, São Paulo-SP⁴, Porto Alegre-RS⁵, Recife-PE⁶, Goiânia-GO⁷, entre outras.

A Tabela 3.2 apresenta o primeiro parâmetro da classificação proposta nessa seção.

¹ <http://www.pmrbr.ac.gov.br/v3/>

² <http://portal2.pbh.gov.br/pbh/>

³ <http://www.rio.rj.gov.br/>

⁴ <http://www.capital.sp.gov.br/portalmmsp/homec.jsp>

⁵ <http://www.portoalegre.rs.gov.br/>

⁶ <http://www.recife.pe.gov.br/>

⁷ <http://www.goiania.go.gov.br/>

Tabela 3.2 – Primeiro Parâmetro da Classificação.

Grupo	Subgrupo
Serviços Básicos	Educação
	Habitação
	Saneamento e Limpeza Pública
	Saúde
	Transportes
	Turismo, Lazer e Esportes
Agroindústria	Agricultura
	Pecuária
Recursos Naturais	Indústria e Comércio
	Meio Ambiente
	Recursos Hídricos
Governança	Obras e Infra-estrutura
	Planejamento Urbano
	Tributação e Fiscalização

Fonte: Elaborado pelo Autor.

3.3.2 Tipos de SIG Móveis

O segundo parâmetro diz respeito aos tipos de SIG Móvel. De acordo com Peng & Tsou (2003) as aplicações de SIG Móvel podem ser divididas em dois tipos: (1) levantamento de dados em trabalho de campo, como: coleta; consulta; e atualização dos dados, e (2) aplicações com serviços baseados em localização.

De acordo com Kim *et al* (2005), serviços baseados em localização ou LBS (*Location Based Services*) proporcionam serviços móveis aos usuários utilizando as informações de localização do próprio usuário, fornecidas pelos seus dispositivos móveis, ou pela infra-estrutura da rede sem fio. LBS utilizam as informações sobre o posicionamento e localização do usuário para personalizar os serviços móveis oferecidos.

As aplicações de SIG Móveis com LBS são voltadas para o gerenciamento de funções orientadas à localização, como a navegação de veículos pelas vias de trânsito, definição de rotas, buscas por lugares específicos ou rastreamento de veículos.

A localização do dispositivo é, em geral, obtida por meio de sistemas para determinação do posicionamento, como o Sistema de Posicionamento Local e o Sistema de Posicionamento Global (GPS – *Global Positioning System*).

Sistemas de posicionamento local são sistemas com base na rede de comunicação que confiam na triangulação de sinais de rádio ou sinais de telefones celulares vindas de múltiplas estações-base para então calcular a posição do

dispositivo. Nesse tipo de sistema, a detecção da posição do dispositivo é realizada pela própria rede de comunicações.

GPS é um sistema com base nos dispositivos que utilizam sinais de satélites para calcular a posição do dispositivo. Nesse sistema, o equipamento de determinação da posição é acoplado ao próprio dispositivo. O GPS não funciona em ambientes fechados, e pode ser problema em áreas densamente ocupadas devido à presença de obstáculos e à reflexão dos sinais.

Para obtenção de uma melhor precisão da posição do dispositivo e para superar algumas das limitações de cada um dos sistemas, é possível utilizá-los em conjunto.

Os SIG Móveis para trabalho de campo, por sua vez, focam especialmente na coleta, na validação e na atualização dos dados. De acordo com Tripceвич (2004), aplicações de SIG Móveis para trabalho de campo necessitam de projetos de interface flexíveis e configuráveis, com o intuito de permitir uma maior facilidade de uso da aplicação. Com os SIG Móveis, um usuário pode atualizar e validar os dados geo-espaciais corretamente no campo. Com a comunicação sem fio, a atualização pode ser salva no banco de dados do escritório e ser disponibilizada, para outras aplicações e para o público, tão logo os dados sejam registrados no campo (PENG & TSOU, 2003).

Para Tsou (2004), as principais diferenças entre as duas áreas é a capacidade de edição dos dados. Enquanto a maioria dos SIG Móveis voltados para o trabalho de campo necessita registrar ou modificar os dados geo-espaciais originais ou seus atributos, aplicações de SIG Móveis com LBS raramente o fazem, utilizando geralmente esses dados para realizar consultas ou como um auxílio para as funções de rastreamento ou navegação.

Essa divisão feita por Peng & Tsou (2003) entre as áreas de SIG Móveis não é mutuamente exclusiva, ou seja, uma aplicação de SIG Móvel pode ser desenvolvida para trabalho de campo e utilizar LBS. Entretanto, esse parâmetro visa diferenciar cada uma das aplicações de acordo com a capacidade de edição de dados, geo-espaciais ou descritivos. Dessa forma, caso uma aplicação modifique dados ela será classificada como sendo para trabalho de campo, mesmo que utilize LBS. A Tabela 3.3, adaptada de (TSOU, 2004), apresenta as principais tecnologias utilizadas ou consideradas nos dois tipos de aplicação de SIG Móveis e suas principais áreas de aplicação.

Tabela 3.3 – Aplicações e tecnologias de SIG Móveis.

	SIG para trabalho de campo	LBS
Tecnologias	<p>Hardware: PDAs em geral.</p> <p>Software: <i>Mobile GIS/GPS software</i> (ArcPad, MapXtend, IntelliWhere, Onsite)</p> <p>Ferramentas de programação: Java (J2SE ou J2ME), Visual Basic, .NET compact Framework</p> <p>Comunicação sem fio: Wi-Fi, WiMax ou rede celular</p> <p>GPS: Externo com comunicação via <i>Bluetooth</i> ou utilizando cabos.</p>	<p>Hardware: telefones celulares 3G ou 4G e <i>smart phones</i>.</p> <p>Software: Softwares projetados com linguagens para aplicações móveis (WAP, C-HTML, Web clipping)</p> <p>Ferramentas de programação: Java J2ME e .NET compact Framework</p> <p>Comunicação sem fio: telefones celulares 3G ou 4G ou sistemas de satélites</p> <p>GPS: Embutidos nos dispositivos</p> <p>Web Services: Servidores LBS (proporcionados através de assinaturas pelos clientes).</p>
Aplicações	<p>Monitoramento ambiental e gerenciamento de recursos naturais.</p> <p>Pesquisas ecológicas / geográficas (coleta de dados em campo).</p> <p>Manutenção (eletricidade, gás e água).</p> <p>Sistemas de gerenciamento de lotes.</p> <p>Viagens educacionais</p> <p>Respostas emergenciais e acompanhamento de desastres (incêndios, acidentes de transito, etc.).</p>	<p>Assistência (páginas amarelas, lojas próximas ou serviços comerciais).</p> <p>Navegação veicular (tráfego em tempo-real e funções de rotas).</p> <p>Serviços de consultas de endereços/mapas.</p> <p>Serviços de “geo-tracking” (entregas de encomendas, horários de ônibus, monitoramento de localização de veículos).</p> <p>Resposta a emergências (chamadas 190).</p> <p>Serviços de interação social (busca por amigos e crianças, encontros de namoros).</p>

Fonte: Retirado de Tsou (2004).

3.3.3 Atores do Governo Eletrônico

O terceiro parâmetro diz respeito aos atores do Governo Eletrônico, vide Seção 2.2.1. Os atores existentes no governo eletrônico são o próprio Governo, as Empresas e o Cidadão.

Castoldi (2003) cita também o próprio servidor público, como sendo um quarto ator. Entretanto para os fins de classificação, esse ator não será considerado, uma vez que o servidor público está inserido dentro do Governo.

As relações existentes entre os atores não serão consideradas, dessa forma, para uma aplicação não importa se a relação é **G2B** ou **B2G**, somente é relevante a participação ou não de algum dos atores, sem se importar com a origem nem com o destino da relação.

Dessa forma o terceiro parâmetro irá relacionar quais dos atores: Governo, Empresa e Cidadão, interagem com cada uma das aplicações, sendo possível que uma aplicação envolva até mesmo os três atores.

3.4 Taxonomia de aplicação de SIG Móvel

A taxonomia proposta nesta seção visa destacar as aplicações de SIG Móveis para as várias áreas de uma administração pública municipal, de forma a incentivar o desenvolvimento do governo eletrônico.

Ela utiliza o cruzamento dos três parâmetros descritos nas seções anteriores: áreas de aplicações SIG relacionadas à administração pública municipal, tipos de SIG Móveis e atores do *e-gov*.

Essa taxonomia considera tanto as aplicações já existentes, quanto aquelas em desenvolvimento, ou mesmo as pensadas para um futuro próximo. Ressalta-se que a tarefa de classificação das aplicações SIG não é fácil, conforme destaca (RAMIREZ, 1994):

A tarefa classificatória de aplicações não é trivial, nem tampouco finita, pois, considerando as possíveis variações das aplicações existentes e problemas envolvendo aspectos geo-espaciais por vir, concluímos, em tese, ser este um conjunto infinitamente enumerável.

Algumas das aplicações apontadas na taxonomia podem ser construídas como aplicações móveis de Sistemas de Informação não-geográficos. Entretanto, a sua colocação como sendo um SIG Móvel é feita devido ao ganho que a informação geográfica traz para cada aplicação. Por exemplo, uma aplicação móvel para controle da qualidade do pavimento de ruas e estradas pode facilmente ser construída como um Sistema de Informação Não-geográfico.

A Tabela 3.4 apresenta a taxonomia proposta. No lado esquerdo da tabela tem-se o primeiro parâmetro, **Áreas de aplicação de SIG relacionadas à Administração Pública Municipal**, subdividido em duas colunas: **Grupo** e **Subgrupo**. A coluna **Aplicações de SIG Móveis** indica as aplicações para cada um dos grupos e subgrupos.

O segundo parâmetro está representado pela coluna **Tipos de SIG**, que classifica cada uma das aplicações com sendo: **Trabalho de campo** ou **LBS**. Em seguida, a coluna **Atores do e-gov**, indica quais atores do governo eletrônico utilizam cada aplicação.

Tabela 3.4 – Taxonomia de áreas de aplicações SIG Móvel em e-gov.

Áreas de aplicação SIG relacionadas à Administração Pública Municipal		Aplicações de SIG Móveis	Tipos de SIG		Atores do e-gov		
Grupo	Subgrupo		Trabalho de Campo	LBS	Governo	Empresas	Cidadão
Serviços Básicos	Educação	Catologação de unidades educacionais	X		X		
		Localização de unidades educacionais		X			X
		Cadastramento Escolar	X		X	X	
	Habitação	Demarcação de lotes, edificações e áreas de não-ocupação.	X		X		
		Controle e demarcação de moradias populares	X		X		
	Saneamento e Limpeza Pública	Supervisão do saneamento básico	X		X		
		Roteamento para limpeza urbana		X	X		
	Saúde	Catologação de unidades de saúde	X		X		
		Controle de pacientes dentro de hospitais	X		X	X	
		Identificação de unidades de saúde		X			X
		Localização de unidades de saúde		X			X
		Prevenção e controle epidemiológico	X		X		
		Socorro médico de emergência		X	X	X	X
	Segurança Pública	Análise e relatório de acidentes	X		X		
		Chamada de socorro e resgate		X			X
		Rastreamento de pessoas e veículos.		X	X	X	
		Vigilância Municipal	X		X		
	Transportes	Catologação de sinais de trânsito	X		X		
		Controle de tráfego	X		X		
		Controle da qualidade de ruas e estradas	X		X		
Informação do tráfego em tempo-real			X	X	X	X	
Itinerário de transportes			X	X	X	X	
Roteamento e navegação			X	X	X	X	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 3.4 – Taxonomia de áreas de aplicações SIG Móvel em e-gov (Cont.)

Áreas de aplicação SIG relacionadas à Administração Pública Municipal		Aplicações de SIG Móveis	Tipos de SIG		Atores do e-gov		
Grupo	Subgrupo		Trabalho de Campo	LBS	Governo	Empresas	Cidadão
Serviços Básicos	Turismo, Lazer e Esportes	Guia turístico móvel – interno e externo		X			X
		Inventário de pontos turísticos, áreas de lazer, centros esportivos, etc.	X		X		
Agropecuária	Agricultura	Catologação da produção agrícola	X		X	X	
		Censo agropecuário	X		X		
		Controle do escoamento e da estocagem da produção agrícola	X		X	X	
		Mapeamento do uso da terra	X		X		
		Supervisão do sistema de irrigação e drenagem	X		X	X	
	Pecuária	Catologação da produção animal	X		X	X	
		Controle de doenças epidêmicas	X		X	X	
Recursos Naturais	Meio Ambiente	Controle do desmatamento	X		X		
		Estudos de habitat	X		X	X	
		Inventário de espécies	X		X		
		Inventário de jazidas minerais	X		X	X	
		Rastreamento da migração animal	X		X	X	
	Recursos Hídricos	Controle da poluição dos recursos hídricos	X		X	X	
		Gerenciamento e supervisão dos recursos hídricos	X		X		
		Identificação e classificação de mananciais e bacias hidrográficas	X		X		

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 3.4 – Taxonomia de áreas de aplicações SIG Móvel em e-gov (Cont.)

Áreas de aplicação SIG relacionadas à Administração Pública Municipal		Aplicações de SIG Móveis	Tipos de SIG		Atores do e-gov		
Grupo	Subgrupo		Trabalho de Campo	LBS	Governo	Empresas	Cidadão
Governança	Indústria e Comércio	Inventário de indústrias e pontos comerciais	X		X		
		Controle e distribuição de produtos e serviços	X		X	X	
		Rastreamento de frotas		X	X	X	
	Obras e Infra-estrutura	Cadastro de leitura de medidores	X		X	X	
		Manutenção do sistema de esgotos	X		X	X	
		Supervisão de obras públicas	X		X	X	
	Planejamento Urbano	Censos urbanos e pesquisa de opinião	X		X	X	
		Demanda/ Deficiência de infra-estrutura	X		X	X	
		Mapeamento do uso da terra urbana	X		X		
		Supervisão de plano diretor	X		X	X	
		Urbanização (melhoria de vilas, favelas, etc.)					
	Tributação e Fiscalização	Sistema de Cadastro de Boletim Imobiliário.	X		X		
		Sistemas de Fiscalização e Inspeção (Sanitária, Saúde, Obras, etc.)	X		X		
		Controle de Arrecadação de Impostos (ISS,)	X		X		

Fonte: Elaborado pelo Autor.

3.5 Considerações Finais

A taxonomia mostrada neste Capítulo visa a fornecer uma classificação da qual podem ser extraídas aplicações de SIG Móveis para cada uma das áreas existentes em uma administração pública municipal. Vale ressaltar que essa taxonomia é uma livre classificação e baseia-se em critérios puramente subjetivos.

A utilização dos atores do *e-gov* como terceiro parâmetro para construção da taxonomia foi uma solução encontrada para relacionar efetivamente os SIG Móveis com o governo eletrônico. Tentou-se inicialmente utilizar as quatro perspectivas de governo eletrônico descritas por Lenk & Traunmüller (2001, p. 63-77), vide Seção 2.2. Entretanto, a adoção das perspectivas de *e-gov*, como um dos parâmetros da taxonomia, mostrou ser complexa e não trivial, principalmente, devido à dificuldade em se limitar cada perspectiva, pois estas na maioria das vezes, se sobrepõem umas às outras.

A verificação da contribuição das aplicações encontradas neste capítulo perante as perspectivas de *e-gov* pode esclarecer ainda mais os benefícios que os SIG Móveis podem trazer aos governos municipais.

De acordo com a taxonomia proposta, vê-se que os SIG Móveis podem contribuir efetivamente com as várias áreas do governo eletrônico municipal, interagindo com todos os atores envolvidos no *e-gov* e proporcionando aplicações que auxiliam a maioria das áreas de uma prefeitura.

4 Definição de uma base de dados geo-espaciais comum para aplicações SIG Móveis urbanas

4.1 Introdução

A identificação das possíveis aplicações de SIG Móveis que podem contribuir com o governo eletrônico é o primeiro passo para a implantação desses sistemas nas administrações públicas municipais. Porém, algumas questões ainda permanecem como: quais os dados necessários para a construção dessas aplicações? Como eles devem estar relacionados? Quais problemas existem na utilização dessas bases de dados em dispositivos com baixa capacidade de armazenamento?

O conjunto de dados de uma aplicação depende exclusivamente do seu domínio, ou seja, do “mini mundo” da aplicação. Em aplicações de SIG existem basicamente dois conjuntos de dados, os descritivos e os geo-espaciais. Usualmente, os dados descritivos representam o próprio domínio da aplicação, enquanto os dados geo-espaciais fornecem as informações relativas à localização do domínio da aplicação. Em certos casos, alguns dados inerentes do domínio da aplicação são geo-espaciais por natureza.

As aplicações de SIG Móveis pertencentes aos grupos **Serviços Básicos** e **Governança**, da taxonomia apresentada no capítulo 3 são focadas na área urbana do município, ou seja, na cidade, e por isso, tendem a manipular dados geo-espaciais em comum. Além disso, essas aplicações são comuns em diversos municípios, devido a todo município possuir áreas urbanas, que geralmente encontram-se estruturadas de formas semelhantes. Devido a esses fatores, delimitou-se o estudo sobre os dados somente das aplicações pertencentes aos grupos **Serviços Básicos** e **Governança**.

Com isso, este capítulo tem como meta definir um conjunto de dados geoespaciais comum, necessário para a construção de algumas das aplicações de SIG Móveis direcionadas para as áreas urbanas¹. A fim de alcançar essa meta, a metodologia de modelagem UML-GeoFrame (LISBOA FILHO & IOCHPE, 2007) é utilizada sobre algumas aplicações. Além disso, também é mostrada a adequação de uma base de dados real à capacidade dos dispositivos móveis.

O restante do capítulo está organizado do seguinte modo: a Seção 4.2 fornece uma contextualização a respeito da metodologia de modelagem UML-GeoFrame. Na Seção 4.3 é apresentada a modelagem de uma aplicação de SIG Móvel para a área urbana através da modelagem UML-GeoFrame. A Seção 4.4 mostra a definição de uma base de dados comum às aplicações de SIG Móveis urbanas. Na Seção 4.5 são mostrados os problemas e soluções da adequação do tamanho da base de dados em uma situação real. Por último, a Seção 4.6 traz algumas considerações finais a respeito tanto da base de dados comum às aplicações SIG Móveis urbanas, quanto às soluções discutidas na Seção 4.5.

4.2 Metodologia de modelagem UML-GeoFrame

O GeoFrame é um *framework* conceitual especificado com base no modelo de classes da linguagem UML (*Unified Modeling Language*), que serve de guia para modelagens de aplicações de SIG. O GeoFrame fornece um diagrama de classes básicas para auxiliar o projetista nos primeiros passos da modelagem conceitual de banco de dados de uma nova aplicação de SIG. Além disso, ele fornece também um conjunto de estereótipos, ilustrado na Figura 4.1, que possibilitam a obtenção de esquemas de dados de fácil entendimento por parte de usuários (LISBOA FILHO & IOCHPE, 2007).

Fenômeno geográfico e Objeto convencional ▲ Objeto geográfico ▲ Campo geográfico △ Objeto não-geográfico	Componente espacial de objeto geográficos □ Ponto ▣ Linha ▢ Polígono ⊛ Obj. espacial complexo	Componente espacial de campos geográficos ◻ Pontos irregulares ▤ Grade de pontos ▨ Polígonos adjacentes ▩ Isolinhas ▧ Grade de células ▩ TIN
<<função>> função categórica	Componente temporal ○ Instante ◌ Intervalo	

Fonte: Extraído de Lisboa Filho, Iochpe & Borges (2002).

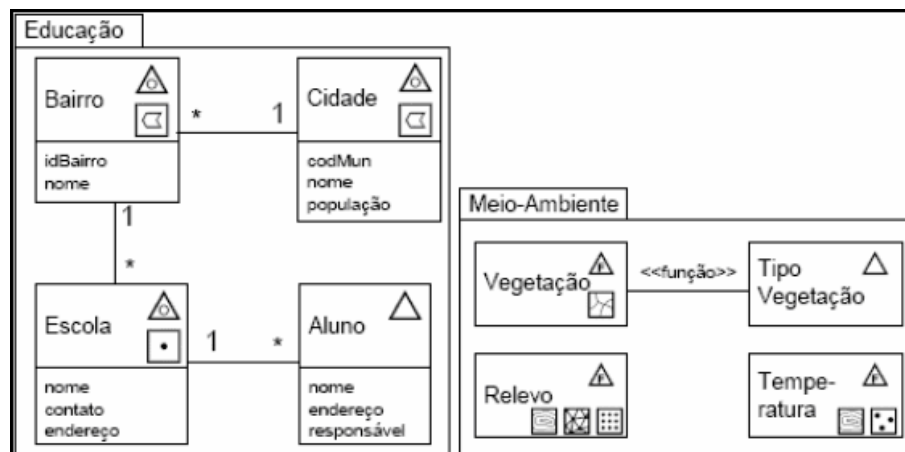
Figura 4.1 – Estereótipos do GeoFrame.

¹ No restante do texto, será utilizado o termo SIG Móvel urbano para denotar as aplicações de SIG Móveis direcionadas para as áreas urbanas.

Os três primeiros estereótipos, dispostos mais à esquerda, na Figura 4.1, são utilizados para diferenciar os principais tipos de objetos pertencentes aos banco de dados de aplicações geográficas: Objeto geográfico [5]; Campo geográfico [7] e Objeto não-geográfico [6].

Os dois outros conjuntos de estereótipos são usados para modelagem de componentes espaciais de fenômenos geográficos. O conjunto localizado ao centro representa a componente espacial dos fenômenos geográficos, segundo a visão de objeto e o conjunto mais à direita, representa os fenômenos geográficos segundo a visão de campo. Além disso, é possível utilizar várias representações combinando um ou mais estereótipos. Já o estereótipo <<função>> caracteriza um tipo especial de associação que ocorre em uma modelagem de funções categóricas, enquanto os estereótipos Instante [●] e Intervalo [•] são usados para a modelagem de aspectos temporais.

A Figura 4.2 ilustra um diagrama de classes no modelo UML-GeoFrame contendo dois temas: Educação e Meio-Ambiente.



Fonte: Extraído de Lisboa Filho & Iochpe, (2007)

Figura 4.2 – Exemplo de esquema UML-GeoFrame.

No tema Educação, modelado na figura como um pacote UML, têm-se três classes de fenômenos geográficos na visão de objetos: Cidade, Bairro e Escola. As duas primeiras, Cidade e Bairro, possuem uma representação espacial do tipo polígono [■], enquanto a classe Escola é representada espacialmente por um ponto [-]. Além dessas três classes, o pacote contém ainda a classe Aluno, modelada como um objeto não-geográfico [6].

Já no tema Meio-Ambiente, têm-se três classes de fenômenos geográficos na visão de campo: Vegetação, Relevo e Temperatura, cada uma com diferentes tipos

de representação espacial. Esse tema ainda contém a classe Tipo Vegetação, que é modelada como um objeto não-geográfico [6], associada à classe Vegetação através do estereótipo <<função>>. Como a classe Vegetação é representada por polígonos adjacentes [2], o estereótipo <<função>> indica que cada região / polígono está associada a um tipo de vegetação.

A metodologia UML-GeoFrame compreende 5 passos. Uma visão mais detalhada de cada um dos passos pode ser obtida em (LISBOA FILHO & IOCHPE, 2007):

- ◆ Passo 1: identificar temas e sub-temas para cada região alvo da aplicação;
- ◆ Passo 2: desenhar o diagrama de classes para cada tema especificado no passo 1, juntamente com suas associações, se for o caso;
- ◆ Passo 3: modelar as características espaciais de cada fenômeno geográfico;
- ◆ Passo 4: especificar as restrições de integridade para os relacionamentos espaciais;
- ◆ Passo 5: modelar os aspectos temporais.

Lisboa Filho & Iochpe (2007) destacam também que esses cinco passos não precisam, necessariamente, ser seguidos nessa ordem, alguns passos podem ser feitos em conjunto, dependendo da experiência do projetista.

Além da abordagem UML-GeoFrame, existem na literatura outros modelos específicos para modelagem de banco de dados geográficos como, por exemplo, UML+SpatialPVL (BÉDARD, 1999), OMT-G (BORGES, DAVIS & LAENDER, 2001), GeoOOA (KÖSTERS, PAGEL & SIX, 1997) e MADS (PARENT, SPACCAPIETRA & ZIMÁNYI, 1999).

O modelo UML-GeoFrame, bem como sua metodologia, foram escolhidos para a modelagem das aplicações de SIG Móveis urbanas, dada a familiaridade e ao longo período de trabalho pelo grupo de pesquisa no qual esta dissertação se insere.

4.3 Modelagem de banco de dados para aplicações SIG Móveis urbanas

De acordo com Lisboa Filho, Iochpe & Borges (2002), aplicações de SIG, embora apresentem alguns requisitos especiais, como a manipulação de dados geo-espaciais, devem ser desenvolvidas utilizando-se as técnicas que são empregadas com sucesso no desenvolvimento de qualquer sistema de informação.

Com o intuito de se descobrir os dados geo-espaciais necessários para o desenvolvimento de aplicações de SIG Móveis voltadas para as áreas urbanas do município, algumas aplicações listadas na taxonomia do Capítulo 3 foram modeladas utilizando-se a metodologia UML-GeoFrame.

Todas as modelagens foram feitas utilizando-se a ArgoCASEGEO (LISBOA FILHO *et al*, 2004), uma ferramenta CASE de código aberto que objetiva dar suporte à modelagem de bancos de dados de aplicações geográficas com base no modelo UML-GeoFrame.

A Seção 4.3.1 apresenta o passo-a-passo da modelagem de uma aplicação de SIG Móvel de Relatórios de Acidentes de Trânsito para ilustrar a utilização da metodologia UML-GeoFrame. As outras modelagens foram omitidas para uma maior clareza do texto e encontram-se no Apêndice A.

4.3.1 Aplicação SIG Móvel de Relatórios de Acidentes de Trânsito

Uma aplicação de SIG Móvel de Relatórios de Acidentes de Trânsito, pertencente ao grupo Serviços Básicos, subgrupo Segurança Pública, visa auxiliar o usuário no registro de forma padronizada, dos dados relativos aos acidentes de trânsito ocorridos dentro do município.

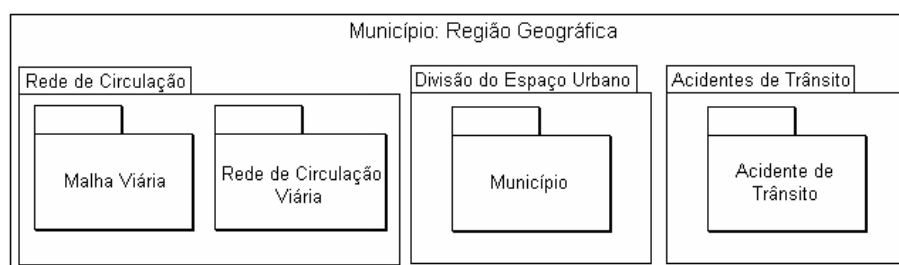
Dentre as funcionalidades que essa aplicação deve ter estão:

- ◆ Visualização da malha viária e da rede de circulação viária;
- ◆ Registro da localização do acidente no mapa;
- ◆ Registro dos outros dados do acidente;
- ◆ Consultas de acidentes por ruas, veículos, condutores.

Seguindo os passos da metodologia UML-GeoFrame, tem-se:

Passo 1 – Identificar os temas e sub-temas para cada área geográfica.

A área geográfica em questão é o próprio município. A Figura 4.3 ilustra os temas e sub-temas da aplicação.



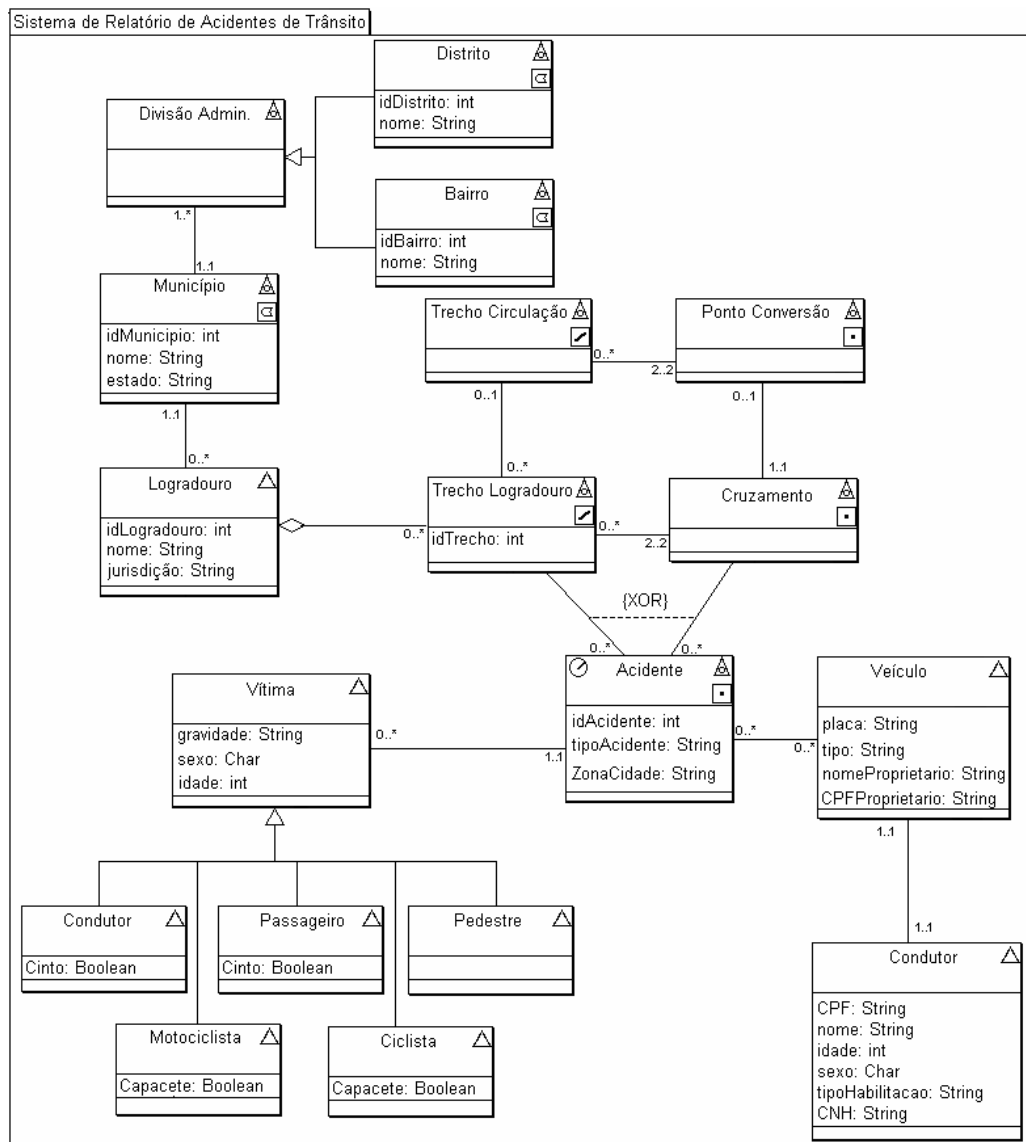
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 4.3 – Passo 1: Temas da aplicação.

Passo 2 – Desenhar o diagrama de classes para cada tema e sub-tema apresentado no Passo 1.

Passo 3 – Modelar as características espaciais de cada fenômeno geográfico.

A Figura 4.4 apresenta o diagrama de classes dos fenômenos geográficos modelados. As características espaciais também foram modeladas de acordo com os estereótipos presentes na abordagem UML-GeoFrame.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 4.4 – Passo 2 e Passo 3: Diagramas de classes, associações e características espaciais.

Os dados relacionados aos acidentes de trânsito, necessários para a aplicação, foram definidos com base no manual “Instrução Básica de Estatística de Trânsito” (FGV, 2001), juntamente com o documento de “Conceitos e Definições Básicas”, do Sistema de Informações de Acidentes de Trânsito do

Detran/DF (DETRAN/DF, 1989). A modelagem da Rede de Circulação Viária baseou-se em padrões de análise descritos em (LISBOA FILHO, IOCHPE & BORGES, 2002).

A seguir é descrita cada uma das classes do diagrama:

- ◆ O Município possui representação espacial na forma de um polígono [■] e é composto por uma ou mais Divisões Administrativas;
- ◆ As Divisões Administrativas, por sua vez, são especializadas em Distritos e Bairros, que possuem representação espacial na forma de polígonos [■];
- ◆ Um Logradouro é considerado um objeto não-geográfico [ó]. Ele é composto por vários Trechos de Logradouros, modelados como objetos geográficos do tipo linha [●];
- ◆ As classes Logradouro, Trecho de Logradouro e Cruzamento representam a Malha Viária da cidade;
- ◆ A Rede de Circulação Viária é composta pela Malha Viária e pelas classes Trecho de Circulação [●] e Ponto de Conversão [->];
- ◆ Modelou-se a classe Acidente como sendo um objeto geográfico do tipo ponto [->], permitindo assim, uma representação espacial do local do acidente. Um acidente pode ocorrer tanto em um Trecho de Logradouro, quanto em um Cruzamento [->], essa condição está indicada no esquema, através da restrição XOR - OU exclusivo (DIETRICH & URBAN, 2005);
- ◆ O esquema ainda indica que em um acidente pode envolver vários veículos, e cada veículo relaciona-se com um único condutor. As classes Veículo e Condutor são modeladas como objetos não-geográficos [ó];
- ◆ A classe Vitima [ó] é especializada em 6 outras subclasses (Condutor, Passageiro, Pedestre, Ciclista, Motociclista e Outros), de acordo com o manual “Instrução Básica de Estatística de Trânsito” (FGV, 2001).

Somente os relacionamentos semânticos foram modelados. Os relacionamentos espaciais (Passo 4), ou seja, as restrições de integridade espaciais, não estão apresentadas no diagrama. Em relação à temporalidade, apenas a classe Acidente possui características temporais, indicado pelo estereótipo de instante [●].

4.3.2 Identificação de elementos comuns em uma base de dados de aplicações SIG Móveis urbanas

A modelagem da aplicação de SIG Móvel de Relatórios de Acidentes de Trânsito, descrita na Seção anterior, juntamente com a modelagem de outras aplicações de SIG Móveis urbanas (apresentadas no Apêndice A), indicou a presença de algumas classes recorrentes nos esquemas do banco de dados dessas aplicações. A Tabela 4.1 mostra quais as aplicações modeladas e suas respectivas classificações na taxonomia do Capítulo 3.

Tabela 4.1 – Aplicações de SIG Móvel modeladas.

Áreas de aplicações SIG relacionadas à Administração Pública Municipal		Aplicações de SIG Móveis
Grupo	Subgrupo	
Serviços Básicos	Educação	Catálogo de unidades educacionais
		Localização de unidades educacionais
	Habitação	Sistema de Cadastro de Boletim Imobiliário
	Saúde	Catálogo de unidades de saúde
		Sistema de socorro médico de emergências
	Segurança Pública	Relatório de acidentes de trânsito
Transportes	Catálogo de sinais de trânsito	
Governança	Obras e Infra-estrutura	Cadastro de leitura de medidores

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Essas aplicações foram selecionadas por estarem relacionadas diretamente à área urbana do município. Além disso, referências sobre alguns dos domínios dessas aplicações foram encontradas, o que possibilitou a modelagem dos dados das aplicações. A existência dessas referências foi um fator decisivo na escolha das aplicações a serem modeladas.

A análise dos diagramas conceituais de cada uma das aplicações apontou algumas classes comuns às aplicações urbanas modeladas. Após a visualização dessas classes, os relacionamentos entre as classes foram construídos tomando por base os próprios esquemas conceituais das aplicações modeladas, em seguida esses elementos foram organizados sob a forma de um padrão de análise. Padrões de Análise são utilizados para descrever soluções adotadas durante as fases de análise de requisitos e de modelagem conceitual dos dados de um sistema.

De acordo com Fowler (1997), um padrão de análise é uma idéia que se provou útil em um contexto prático e que, provavelmente, será útil em outras situações similares. Além disso, Lisboa Filho, Iochpe & Borges (2002) destacam que, na área de gestão urbana, o ambiente básico que compõe a base cartográfica digital (ex.: ruas, quadras, lotes e bairros) pode ser reutilizado por diversas aplicações.

A seguir é proposto o Padrão de Análise “Base SIG Móvel Urbano” para desenvolvimento de aplicações de SIG Móveis direcionadas às áreas urbanas. Por questões de simplificação, somente os atributos e operações essenciais são

mostrados. A estrutura utilizada para amostragem do padrão de análise é a definida por (MESZAROS & DOBLE, 1998), na qual a especificação do padrão deve conter, no mínimo, os seguintes itens: Problema-Contexto-Forças-Participantes-Solução.

Padrão de Análise: Base SIG Móvel Urbano

Problema

Quais são e como estruturar os dados para o desenvolvimento de aplicações de SIG Móveis urbanas?

Contexto

O princípio de desenvolvimento de aplicações de SIG Móveis por parte de uma prefeitura é a elaboração de uma base cartográfica mínima referente à estrutura do município. Essa base mínima pode ser utilizada por diversas aplicações para as mais variadas áreas de uma administração pública municipal, como: Educação, Saúde, Segurança Pública, Transportes, etc. As informações básicas necessárias a essas aplicações são o traçado de bairros, quadras e lotes (endereços) e a malha viária do município.

Forças

- ◆ O nível de granularidade² da base cartográfica mínima depende da existência dos dados espaciais para o município que está sendo modelado. Nesse padrão, o maior nível de granularidade é o lote, mas poderia ser um edifício do lote, por exemplo.
- ◆ Os tipos mais comuns de divisões administrativas de um município são bairros e distritos. Outras subdivisões são podem ser facilmente acrescentadas.
- ◆ O conceito de bairro pode variar bastante de um município para outro. Assim, é possível que uma mesma quadra possa pertencer a mais de um bairro e que um limite de um bairro possa até mesmo cortar um lote.
- ◆ O conjunto de divisões administrativas, quadras e lotes compreendem a divisão do espaço urbano do município.
- ◆ Um trecho de logradouro corresponde ao segmento de via compreendido entre duas conexões. Vários trechos correspondem um logradouro.
- ◆ O conjunto formado pelas conexões, ou pontos terminais e pelos trechos de logradouros constituem a malha viária urbana.
- ◆ A malha viária e a divisão do espaço urbano do município compreendem a base cartográfica mínima.

Participantes

² Granularidade corresponde ao nível de detalhe dos dados.

A classe Município está associada a classe Divisão Administrativa com uma multiplicidade de “um-para-muitos”. Nessa solução, a classe Divisão Administrativa é especializada nas classes Bairro e Distrito, mas em alguns casos, ela pode ser especializada em outras subdivisões municipais como: setores censitários, zonas de policiamento, etc.

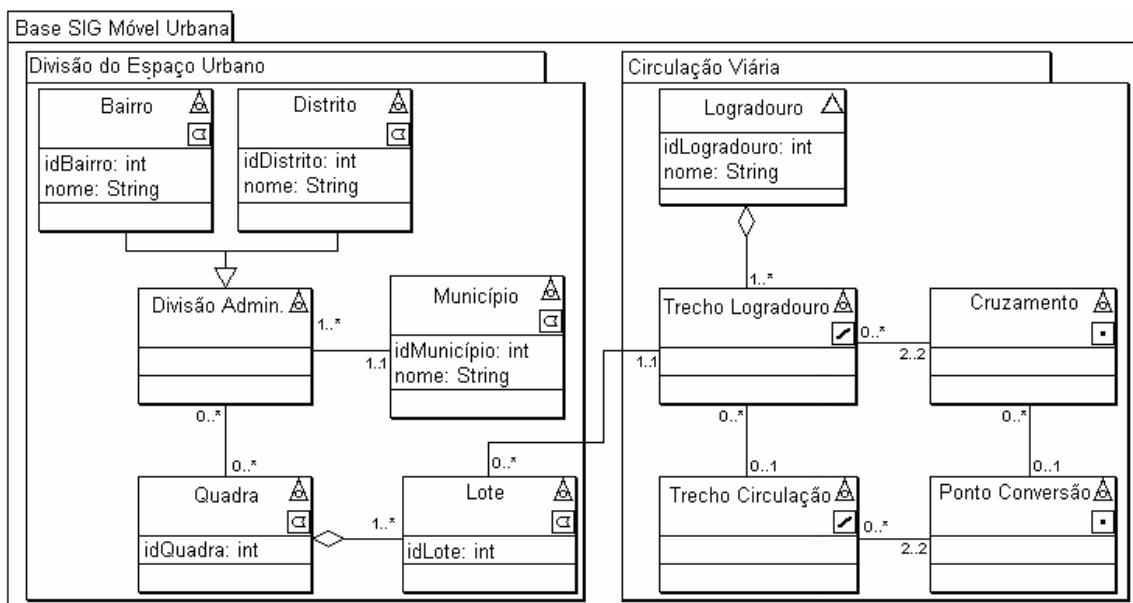
A classe Divisão Administrativa relaciona-se com a classe Quadras com uma cardinalidade de “muitos-para-muitos”. Dessa forma, supõe-se que um limite de um bairro (ou outra divisão administrativa qualquer) possa cortar uma quadra. Em municípios onde isso não ocorre, pode-se modificar a cardinalidade para “um-para-muitos”.

A classe Lote está associada às classes Quadra e Trecho de Logradouro. Um conjunto de lotes compõe uma única quadra, enquanto um lote possui a sua “frente” para um único trecho de logradouro.

Vários trechos de logradouro são parte de um mesmo logradouro, aqui representado por um fenômeno não-geográfico. Além disso, vários trechos de logradouro podem estar conectados através de cruzamentos, que representam os nós da rede que compõe a malha viária.

Solução

A Figura 4.5 mostra o diagrama de classes pertencentes ao padrão “Base SIG Móvel Urbana”.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 4.5 – Padrão de análise “Base SIG Móvel Urbana”.

Esse conjunto de dados, composto por essas onze classes, pode ser visto como uma base para a construção de aplicações SIG Móveis urbanas, em outras palavras, a existência desses dados em uma prefeitura possibilita que a mesma consiga construir grande parte das aplicações urbanas listadas na taxonomia do Capítulo 3. Conseqüentemente, a administração pública municipal pode melhorar e aumentar o conjunto de serviços e aplicativos voltados tanto para utilização pelo cidadão, quanto para utilização pela própria prefeitura, na adoção de iniciativas para o governo eletrônico.

Este padrão de análise também se apresenta com um enorme potencial de reutilização por várias prefeituras, uma vez que, grande parte dos municípios brasileiros apresenta divisões administrativas similares, que por sua vez, podem ser representadas pelas entidades mostradas no esquema da Figura 4.5.

As classes que não fazem parte do padrão de análise são classes pertencentes ao “mini-mundo” da aplicação, ou seja, ao seu domínio. Na aplicação de SIG Móvel de relatório de acidentes de trânsito as classes Acidente [+], Condutor [6], Veículo [6] e Vitima [6] são exemplos de classes que não são comuns a outras aplicações. Essas classes, mais específicas, são tão importantes quanto as classes pertencentes à base de dados comum proposta, entretanto, caberá a cada município definir quais são suas prioridades em relação aos serviços e aplicações a serem criados, para decidir quais dessas classes serão necessárias.

4.4 Adequação do tamanho da base de dados urbanos para dispositivos móveis: o caso do município de Rio Branco-AC

A determinação do esquema conceitual do banco de dados com os respectivos fenômenos geográficos modelados é de extrema importância no projeto de construção de aplicações de SIG Móveis. Entretanto, ao sair da fase conceitual e de modelagem e partir para a criação de bases de dados reais em dispositivos móveis, alguns problemas surgem, principalmente ligados à baixa capacidade de armazenamento desses equipamentos.

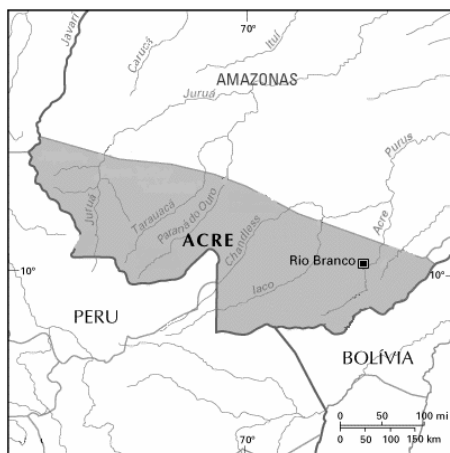
Para analisar este problema, foram utilizados alguns temas pertencentes à base de dados geográfica do município de Rio Branco, capital do estado do Acre. O equipamento utilizado foi um PDA MIO 168 Digi Walker, com capacidade para 64 MB, com o sistema operacional Windows CE.

Entre os fatores que contribuíram para a escolha do município de Rio Branco-AC como o alvo do estudo de caso, foi a possibilidade de obtenção dos dados geográficos do município e a integração do mesmo com o grupo de pesquisa a qual essa dissertação está inserida.

4.4.1 Município de Rio Branco-AC

De acordo com o site do IBGE – Cidades@³ e com o site da prefeitura municipal de Rio Branco-AC⁴, o município de Rio Branco, capital do estado do Acre, possui uma área total de 9223 km², sendo a maior cidade acreana. Além disso, é também a cidade mais populosa do estado, com uma população estimada, em 01 de janeiro de 2006, de mais de 314 mil habitantes, concentrando quase metade da população do Acre.

Localiza-se na microrregião de Rio Branco, Figura 4.6, uma das microrregiões do estado do Acre, e pertence à mesorregião Vale do Acre. O Rio Acre corta o município, dividindo-o em duas regiões: Segundo Distrito e centro de Rio Branco.



Fonte: Extraído de (<http://www.pmrbr.ac.gov.br>).

Figura 4.6 – Localização do município de Rio Branco-AC.

4.4.2 Base de dados geográficos do município de Rio Branco-AC

A base de dados geográficos do município de Rio Branco-AC, utilizada nesta pesquisa, compreende os seguintes temas:

- ◆ Bairros – com representação espacial do tipo [■];

³ <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>

⁴ <http://www.riobranco.ac.gov.br>

- ◆ Edificações – com representação espacial do tipo [■];
- ◆ Hidrografia – subdividido em 3 arquivos, todos com representação espacial do tipo [●]:
 - Rios;
 - Hidrografia de Rio Branco;
 - Hidrografia do Igarapé;
- ◆ Imóvel – com representação espacial do tipo [->];
- ◆ Logradouro – com representação espacial do tipo [●];
- ◆ Lotes – com representação espacial do tipo [■];
- ◆ Quadras - com representação espacial do tipo [●]⁵;

Outros dados que também compõem a base de dados do município são: Áreas Verdes [■], Bancos [->], Cemitérios [■], Centros Comerciais e Mercados Municipais [->], Centros de Saúde [->], Creches e Escolas Municipais [->], Edificações em Área de Risco [■], Entidades Assistenciais [->], Escolas Estaduais [->], Hospitais [->], Supermercados [->], Unidades de Saúde [->] e Praças [■].

Além de todos esses dados, a prefeitura de Rio Branco-AC também possui dados, que representam as regionais do município referentes à área urbana, e fotografias aéreas que cobrem toda a cidade. Ao todo, o município de Rio Branco-AC é composto por sete regionais urbanas e quatro rurais. As regionais funcionam como uma divisão administrativa do município, possuindo até mesmo conselhos representativos da população. Todos os temas da base de dados geográfica estão no formato *shapefile* (ESRI, 1998). Os temas no formato *shapefile* são compostos basicamente de três arquivos: um arquivo principal (.shp), um arquivo de índice(.shx) e um arquivo no formato dBASE (.dbf). O arquivo principal contém um número variável de registros, em que cada um desses registros descreve uma forma geométrica (pontos, retas ou polígonos) com uma lista de vértices. Cada registro do arquivo de índice contém uma referência para o local onde começa cada registro no arquivo principal. E o arquivo dBASE contém registros de dados que são interligados com os dados geométricos – para cada registro existe uma lista de atributos.

⁵ A representação espacial como linha é devido a modelagem de uma quadra através das suas faces de quadra.

4.4.3 Problemas e soluções

Atualmente, toda essa base de dados geográfica é utilizada em um sistema desenvolvido pela própria administração municipal de Rio Branco-AC, o Sistema de Informação Geográfica de Rio Branco (SIGRB).

A Tabela 4.2 apresenta o conjunto de temas utilizado no estudo feito sobre a adequação da base de dados para utilização em dispositivos móveis. Além disso, a tabela mostra também o tamanho em *kilobytes* (KB) de cada um dos temas selecionados.

Tabela 4.2 – Temas utilizados no estudo da adequação da base de dados.

Temas	Tamanho em <i>kilobytes</i> (KB), por tipo de arquivo		
	.shx	.shp	.dbf
Bairro	9	334	9
Edificações	764	14.870	8.301
Imóvel	797	2.787	3.085
Logradouro	26	398	1.914
Lotes	566	10.378	68.000
Quadras	28	98	2.120

Fonte: Dados do estudo.

Esse estudo sobre adequação foi motivado principalmente pelo tamanho do tema Lotes, uma vez que seu tamanho total, incluindo os três arquivos (.shx, .shp e .dbf) superam a capacidade dos PDAs utilizados no estudo. Além disso, o tema de Lotes está presente no padrão de análise proposto na seção 4.3.2. Outro fator que motivou a escolha desses temas, listados na Tabela 4.2, foi a necessidade de utilização desses temas no desenvolvimento de uma aplicação de SIG Móvel voltado para a área de Habitação, a ser descrito no Capítulo 5.

Uma consideração deve ser observada a respeito desses temas. Somente o tema Lotes apresenta o problema de não caber totalmente na memória do dispositivo móvel e, mais especificamente, devido ao seu arquivo *dBASE* (.dbf), que é o arquivo que armazena os registros de dados que são interligados com os dados geométricos. Esse tamanho de arquivo, extremamente maior que os outros, em torno de 68 MB, é devido principalmente ao fato de ele conter dados que não são necessários a todos os tipos de aplicação, na verdade, os dados “extras” existentes (dados sobre imóveis e dados sócio econômicos dos proprietários dos imóveis) são importantes somente para algumas aplicações.

Entretanto, uma aplicação que necessitasse utilizar todos os temas, mostrados na Tabela 4.2, teria uma ocupação na memória do dispositivo móvel,

em torno de 112 MB, que é bem superior a capacidade total, 64 MB de memória total, dos dispositivos móveis utilizados no estudo.

Desta forma, o objetivo do estudo era definir como conseguir colocar todos esses dados na memória dos PDAs, desconsiderando a particularidade do tema de Lotes e reduzindo o tamanho total dos arquivos *shapefiles*, a fim de propiciar a construção de aplicações de SIG Móveis.

Aghai (2003), em seu trabalho citou a criação de um formato de dados próprio como uma possível solução para o armazenamento de dados geográficos em dispositivos móveis. Esse formato de dados, criado com base nos *shapefiles* tem, como vantagens, a redução no tamanho total da base de dados geográficos, feita através da eliminação de algumas informações contidas nos arquivos *shapefiles* e que não eram importantes para aplicação, e uma melhora no desempenho do desenho dos mapas. A melhora no desempenho foi obtida através da substituição dos tipos de dados que armazenam as coordenadas, de números em ponto flutuante por números inteiros.

Como desvantagens, têm-se a necessidade de se criar não somente o próprio formato de dados, como as bibliotecas para acesso e desenho desses dados pelos dispositivos móveis. Além disso, a criação de um formato de dados próprio diminui a interoperabilidade desses dados com outros aplicativos e sistemas.

Tentou-se inicialmente a utilização de funções de generalização de dados geográficos. Generalização é o processo que simplifica polígonos reduzindo o número de vértices em polígonos e poligonais (CLAY & DAVIS, 2001). Conseqüentemente, com a redução do número de segmentos de linha, tem-se também a redução no tamanho final do arquivo. Inicialmente, as funções de generalização foram executadas sobre o tema Lotes através do *software* ArcGIS, versão 9.2.

Porém, essa alternativa não gerou resultados satisfatórios, uma vez que, a melhor porcentagem de redução obtida sem perda ou modificação de dados foi de aproximadamente 8% (vide Apêndice B). Essa taxa de redução não foi maior devido à própria natureza da forma dos lotes, que são geralmente polígonos ortogonais e com isso, não tiram um maior proveito do procedimento de generalização.

Adotou-se, como solução, para adequar a base de dados geográficos da cidade de Rio Branco-AC nos PDAs, o particionamento dos dados originais. Esse

particionamento foi motivado por alguns fatores, dentre eles, a simplicidade da realização da operação de particionamento dos dados e o fato de que, é comum não ser necessário todos os dados num determinado momento.

Por exemplo, no caso de funcionários que utilizem os SIG Móveis para trabalho, eles necessitariam somente dos dados da área em que trabalhariam naquele dia. E também pela estrutura administrativa dos municípios, que geralmente são subdivididos em bairros ou por alguma outra divisão administrativa, permitindo assim, a replicação desse procedimento sobre os dados de qualquer outro município.

Desta forma, particionou-se a base de dados geográficos da cidade de Rio Branco-AC utilizando como delimitadores os temas referentes às sete regionais urbanas da cidade. Com o particionamento, cada tema inicial passou a ser constituído por sete conjuntos de dados, um para cada regional. A Tabela 4.3 apresenta o conjunto de temas, utilizados no estudo, particionados com seus respectivos tamanhos para cada uma das regionais.

Tabela 4.3 – Temas particionados.

Temas	Tamanho em <i>kilobytes</i> (KB)																				
	Regional 1			Regional 2			Regional 3			Regional 4			Regional 5			Regional 6			Regional 7		
	.shx	.shp	.dbf	.shx	.shp	.dbf	.shx	.shp	.dbf	.shx	.shp	.dbf	.shx	.shp	.dbf	.shx	.shp	.dbf	.shx	.shp	.dbf
Bairro	1	19	1	1	42	3	1	65	2	1	102	3	1	24	3	1	28	2	1	8	2
Edificações	34	630	366	179	3.620	1.946	140	2.579	1.522	205	4.057	2.219	112	2.224	1.216	85	1.554	916	2	29	17
Imóvel	36	123	136	169	590	653	147	513	568	183	641	709	161	562	622	86	299	331	18	61	68
Logradouro	2	33	127	4	64	272	6	91	392	6	93	369	6	96	369	3	42	199	4	55	238
Lotes	20	360	90	90	1.754	415	112	2.001	516	134	2.243	617	139	2.294	643	55	982	251	20	348	89
Quadras	7	329	46	17	955	107	26	1.292	168	21	1.079	137	31	1.746	201	12	503	78	15	656	96

Fonte: Resultados do estudo.

Note-se que, através dessa solução, em um dado momento, caso a aplicação necessite somente desses temas, a base de dados ocupará um máximo de aproximadamente 12,5 MB, que corresponde à utilização da base de dados geográficos referentes à regional 4. Dessa forma, será possível colocar todos esses temas em um dispositivo móvel para a construção de aplicações de SIG Móveis.

4.5 Considerações Finais

Os elementos comuns, identificados a partir da modelagem de alguns sistemas de SIG Móveis propostos no Capítulo 3, visa fornecer, aos gestores e responsáveis pela área de tecnologia da informação dos municípios, um ponto de partida para a adoção e implementação desses sistemas por parte das prefeituras municipais.

As onze classes pertencentes ao padrão de análise definido não constituem um conjunto fechado, ou seja, esse conjunto de classes pode ser modificado, dependendo das necessidades de cada município e dependendo também do nível de granularidade desejado para as aplicações.

Toda a modelagem dos sistemas foi realizada utilizando somente referências bibliográficas sobre os domínios das aplicações. Com base nessas referências, foram supostas as funções que cada um dos sistemas deveria ter e, de acordo com essas funções, elaborou-se a base de dados (vide Apêndice A).

Não houve a possibilidade de interação com um gestor ou outro responsável para que fossem validados os esquemas propostos, e por conseqüência, validar o conjunto de elementos comuns propostos neste capítulo. Acredita-se que a interação direta com um gestor da administração pública poderia contribuir não somente com a validação e melhoramento do esquema proposto, como também na visualização de possíveis aplicações para cada um dos grupos presentes na taxonomia do Capítulo 3.

Vale ressaltar também que somente a existência desses dados não garante a possibilidade de construção de uma aplicação, uma vez que ainda faltariam os dados relativos ao domínio da aplicação escolhida para ser implementada.

Em relação à adequação da base de dados, o estudo permitiu mostrar a viabilidade de se utilizar dispositivos móveis com aplicações de SIG. Entretanto, dada a velocidade com a qual a tecnologia sem fio e os dispositivos vêm

evoluindo, é provável que em um futuro próximo os problemas relativos à baixa capacidade de memória dos PDAs estejam superados.

A base de dados geográficos do município de Rio Branco-AC, utilizada no estudo, encontrava-se implementada na forma de uma tabela única, contendo tanto dados geográficos quanto dados que são específicos da aplicação de tributação e habitação. Por exemplo, o tema Lotes ao todo possuía um tamanho em torno de 76 MB, onde 66 MB eram somente do arquivo *.dbf*. Dessa forma, uma primeira medida a ser tomada, a fim de proporcionar um menor número de problemas com as bases de dados geográficas, é a sua correta implementação física e lógica. Uma implementação correta permite separar bem os dados geográficos dos dados convencionais, facilitando assim a busca por uma solução, nos casos de somente os dados geo-espaciais terem problemas no que diz respeito à capacidade dos PDAs.

O processo de utilização das funções de generalização tentado não obteve resultados satisfatórios, devido principalmente, as características da forma dos polígonos que representam os lotes do município. Os lotes eram representados por polígonos ortogonais, e com isso, o processo de generalização acabou por não obter uma boa taxa de redução e, além disso, em alguns casos, acarretou na modificação do formato dos polígonos que representam os dados (vide Apêndice B).

A respeito da solução de particionar os dados, ela possui como vantagens a sua simplicidade, uma vez que a função de particionamento é muito fácil e rápida de ser implementada, principalmente comparada com as funções de generalização. E como desvantagens tem-se a necessidade de se trabalhar com vários conjuntos de arquivos particionados, para trabalhos em regiões de fronteira entre partições.

Essa solução pode ser adotada de duas formas diferentes. Na primeira, todos os dados são particionados uma única vez e são deixados em um repositório para que seja carregado posteriormente nos dispositivos móveis. Esse carregamento pode ser realizado por cabos, ou através da rede sem-fio. A utilização da rede de comunicações sem-fio permite que a solução proposta seja utilizada de uma segunda forma, em tempo de execução, ou seja, os dados originais seriam mantidos em um banco de dados e na medida em que o usuário necessitasse dos dados, ele poderia solicitar o particionamento e em seguida o carregamento dos dados.

A solução de particionar a base de dados previamente funciona muito bem para aplicações de SIG Móveis que tenham como atores o próprio governo, ou seja, aplicações que sejam utilizadas pelos técnicos e funcionários de uma prefeitura para realização de trabalho de campo. Porém, essa mesma solução não tem um resultado muito satisfatório para aplicações de SIG Móveis com LBS. Aplicações de SIG Móvel com LBS são utilizadas em grande parte por usuários que necessitam ter a toda hora o mapa completo do município visível. Dessa forma, o particionamento dos dados só poderia servir como solução se fosse utilizada a rede de comunicações sem-fio, para que os dados fossem carregados automaticamente, assim que o usuário assim necessitasse.

Outra vantagem de executar o particionamento dos dados é a fácil replicação desse procedimento em qualquer base de dados, além de permitir também várias configurações diferentes, dependendo de como se particionar os dados. A base de dados do município de Rio Branco-AC foi particionada utilizando-se as regionais como delimitadores, entretanto, outro município poderia utilizar outro tema para esse fim, como um particionamento por bairros ou por algum outro tipo de divisão administrativa que o município tenha.

Através do estudo mostrado neste capítulo, se verificam indícios de que são viáveis a implementação e utilização dos SIG Móveis por parte das administrações públicas municipais e, deste modo, a utilização dos SIG Móveis por parte das prefeituras pode contribuir para a melhoria e crescimento do governo eletrônico municipal.

5 Estudo de Caso

5.1 Introdução

Os SIG são ferramentas fundamentais nas administrações públicas e importantes colaboradoras no crescimento do governo eletrônico, seja no âmbito federal, estadual ou municipal. O SIG é uma tecnologia essencial no auxílio e suporte aos administradores no processo de tomada de decisão, nas mais diversas áreas como, por exemplo: no incentivo ao turismo; no controle do meio ambiente; no gerenciamento de infra-estruturas como água, energia; entre outros.

Sob esse mesmo ponto de vista, a recente tecnologia SIG Móvel, também se apresenta com uma grande variedade de propostas e soluções para o desenvolvimento do *e-gov* nas três esferas administrativas do governo.

Nesse sentido, e com o intuito de comprovar os resultados obtidos nos Capítulos 3 e 4, desenvolveu-se um estudo de caso para o município de Rio Branco-AC. Especificamente, são mostradas as principais características na construção de um SIG Móvel voltado para o registro de Boletins de Cadastro Imobiliário do município, o SIG-Pocket – Sistema para Registro de Boletim de Cadastro Imobiliário. Além disso, é discutida também a integração do SIG-Pocket com os sistemas já existentes na Prefeitura Municipal de Rio Branco-AC (PMRB).

Os fatores que motivaram a escolha da aplicação desenvolvida foram os problemas reais identificados pela própria PMRB no controle dos dados relativos ao registro de BCIs a disponibilidade de todos os dados necessários para a construção desse sistema.

O restante do capítulo está organizado da seguinte maneira: a Seção 5.2 fornece uma breve descrição dos problemas relativos à coleta de dados do Boletim de Cadastro Imobiliário, contextualizando sobre o processo de controle e coleta desses dados. Na Seção 5.3 são apresentadas as metas desse estudo de caso. A Seção 4.4 descreve o desenvolvimento do SIG-Pocket, assim como apresenta suas principais características e funcionalidades.

Por fim, algumas considerações finais sobre o desenvolvimento do SIG-Pocket e sua utilização pela PMRB são apresentadas na Seção 5.5.


5.2 Contextualização sobre o processo de controle e coleta

Na PMRB o processo de arrecadação do IPTU tem por base a utilização de um Boletim de Cadastro Imobiliário (BCI), que é um cadastro multi-finalitário de dados sócio-econômicos, relacionados aos imóveis prediais e territoriais de uma cidade. Esse cadastro possui várias utilidades dentro de uma administração municipal, entre elas está a manutenção dos dados sobre a propriedade de imóvel urbano.

O processo de controle e coleta dos dados de BCI da PMRB é composto basicamente por duas etapas. Na primeira delas, um funcionário da prefeitura ia a campo, ou seja, até as localidades dos imóveis, e realizava as anotações dos dados em um formulário (Figura 5.1 e Figura 5.2).


Entre os dados coletados estavam: a identificação do contribuinte; a localidade (endereço) do imóvel e do contribuinte (para fins de cobrança); os dados do terreno; os dados da edificação e as medidas do terreno. Logo em seguida, na segunda etapa, os dados coletados são digitados e passados para um sistema.

Esse processo está sujeito a um grande número de erros, tanto na parte de anotação manual, quanto na etapa da digitação. Esses erros ocorrem basicamente devido à própria característica desse processo, que envolve uma grande quantidade de dados de várias fontes e de vários tipos. Todos esses erros acabam por provocar uma queda na qualidade dos dados coletados, além de despender um tempo considerável até o término do processo de revisão.

		Prefeitura Municipal de RIO BRANCO - Acre Secretaria Municipal de Finanças		BOLETIM DE CADASTRO IMOBILIÁRIO BCI - 2005 <small>APROVADO EM REUNIÃO DO DIA 20.05.05</small>		CAMPO RESERVADO NÚMERO DO BANCO DE DADOS		OPERAÇÃO 1-INCLUSÃO 2-ALTERAÇÃO 3-EXCLUSÃO 4-REVISÃO		
						SEQUENCIAL DA QUADRA				
1-INSCRIÇÃO CADASTRAL										
01 QUADRA		LOTE		UNIDADE		02 INSCRIÇÃO ANTERIOR		03 CATEGORIA 1 - PREDIAL 2 - TERRITORIAL		
2-LOCALIZAÇÃO DO IMÓVEL										
04 CÔD. BAIRRO		05 FACE DE QUADRA 1		06 LOTEAMENTO		07 QUADRA		08 LOTE		
								09 SEQUENCIAL LOTE		
CAMPO RESERVADO										
10 LANÇAMENTO ENGOBADO		1 - SIM 2 - NÃO		11 NÚMERO DO BCI DA UNIDADE 01						
3-IDENTIFICAÇÃO DO CONTRIBUINTE										
12 NOME DO CONTRIBUINTE						13 CPF/CNPJ				
14 NÚMERO		15 COMPLEMENTO			16 NOME DO BAIRRO					
C E P		18 MUNICÍPIO-UF RIO BRANCO-ACRE			19 TELEFONE		20 CELULAR			
4-DOMICÍLIO FISCAL										
21 O MESMO DO CONTRIBUINTE 1 - SIM 2 - NÃO		22 NOME DO LOGRADOURO								
23 NÚMERO		24 COMPLEMENTO			25 NOME DO BAIRRO					
C E P		27 MUNICÍPIO		28 UF		29 TELEFONE		30 CELULAR		
5-DADOS DO TERRENO										
31 TOPOGRAFIA 1 - PLANO 2 - ACLIVE 3 - DECLIVE 4 - IRREGULAR		32 PEDOLOGIA 1 - NORMAL/SECO 2 - ALAGADO 3 - INUNDÁVEL		33 SITUAÇÃO 1 - MEIO DE QUADRA 2 - ESQUINA 3 - MAIS DE UMA FRENTE 4 - CONDOMÍNIO 5 - ENCRAVADO 6 - GLEBA		34 LIMITAÇÃO 1 - MURO 2 - CERCA 3 - MISTO 4 - SEM LIMITE		35 FORMA 1 - REGULAR 2 - IRREGULAR		
								36 NATUREZA JURÍDICA 1 - PROPRIEDADE 2 - CONCESSÃO DE USO 3 - POSSE		
37 LANÇAMENTO DE TRIBUTO 1 - NORMAL 2 - IMUNE 3 - ISENTU IPTU E TSU 4 - ISENTU IPTU 5 - ISENTU TSU 6 - PATRIMÔNIO DO MUNICÍPIO		38 PATRIMÔNIO 1 - PARTICULAR 2 - MUNICIPAL 3 - ESTADUAL 4 - FEDERAL 5 - RELIGIOSO 6 - ENTIDADES SEM FINS LUCRATIVOS		39 OCUPAÇÃO 1 - EM CONSTRUÇÃO 2 - EM RUÍNA 3 - EM DEMOLIÇÃO 4 - BALDIO 5 - EDIFICADO		40 PASSEIO 1 - CIMENTO 2 - TIJOLO OU ALVENARIA 3 - CONCRETO 4 - MADEIRA 5 - PADRONIZADO 6 - SEM				
6-DADOS DA EDIFICAÇÃO										
41 UTILIZAÇÃO DO IMÓVEL 1 - RESIDENCIAL UNIFAMILIAR 2 - RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR 3 - COMERCIAL - SUPERMERCADOS 4 - COMERCIAL - INDÚSTRIAS 5 - COMERCIAL - COMÉRCIO, PRESTADORES DE SERVIÇOS E PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA 6 - ENTIDADES, SOCIEDADES OU ASSOCIAÇÕES EDUCATIVAS, RELIGIOSAS, CIVIS E DESPORTIVAS 7 - INSTITUCIONAL 8 - HOSPITALAR 9 - OUTROS ESTABELECIMENTOS				42 TIPO DO IMÓVEL 1 - APARTAMENTO 2 - CASA 3 - SALA/LOJA 4 - GALPÃO 5 - BARRACO 6 - TELHEIRO 7 - EDÍCULA/ANEXO 8 - ESPECIAL 9 - OUTRO		44 REVESTIMENTO DA FACHADA 1 - SEM REVESTIMENTO 2 - REBOCO 3 - CERÂMICA 4 - MADEIRA 5 - TINTA ÓLEO/PVA/OUTRA 6 - CALAÇÃO 7 - VERNIZ 8 - CONCRETO APARENTE 9 - PEDRA 10 - GRANITO 11 - MÁRMORE 12 - VIDRO 13 - PASTILHAS CERÂMICAS 14 - OUTRO				
45 COBERTURA 1 - PALHA 2 - CAVACO 3 - CIMENTO 4 - AMIANTO COMUM 5 - ALUMÍNIO 6 - TELHA DE BARRO 7 - AMIANTO ESPECIAL 8 - LAJE 9 - ESPECIAL 10 - CHAPA GALVANIZADA 11 - POLICARBONATO 12 - MISTA 13 - OUTRA		46 PAREDE 1 - SEM 2 - MADEIRA SIMPLES 3 - MADEIRA DUPLA 4 - ALVENARIA 5 - CONCRETO 6 - OUTRO		47 FORRO 1 - SEM 2 - COMPENSADO 3 - MADEIRA 4 - LAJE 5 - PVC 6 - GESSO 7 - OUTRO		48 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS 1 - SEM 2 - EXTERNA 3 - INTERNA SIMPLES 4 - MAIS DE UMA INTERNA 5 - OUTRA		49 TIPO DE CONSTRUÇÃO 1 - ALVENARIA 2 - CONCRETO 3 - MADEIRA 4 - METÁLICA 5 - MISTA 6 - MADEIRA ESPECIAL 7 - OUTRA		50 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 1 - SEM 2 - APARENTE 3 - EMBUTIDA 4 - ESPECIAL

Fonte: Fornecido pela PMRB.

Figura 5.1 – Boletim de Cadastro Imobiliário (rosto).

		Prefeitura Municipal de RIO BRANCO - Acre Secretaria Municipal de Finanças	BOLETIM DE CADASTRO IMOBILIÁRIO BCI - 2005 <small>APROVADO EM REUNIÃO DO DIA 28.05.05</small>	INSCRIÇÃO DO SAERB 52	COLETA DE LIXO 53 0 - SEM COLETA 1 - DIÁRIA 2 - ALTERNADA
6-DADOS DA EDIFICAÇÃO - cont...					
54 ÁREA DE ESPORTE 1 - SIM 2 - NÃO		55 ÁRVORES 1 - SIM 2 - NÃO		56 PISCINA 1 - SIM 2 - NÃO	
57 ÁREA CONSTRUÍDA COMUM (m²)					
58 NÚMERO DE PAVIMENTOS		59 ANO DA EDIFICAÇÃO		60 ÁREA CONSTRUÍDA DA PISCINA	
61 ÁREA CONSTRUÍDA DA UNIDADE		62 ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²)			
7-MEDIDAS DO TERRENO					
63 TESTADA PRINCIPAL (m)		64 LADO DIREITO (m) 2		65 LADO ESQUERDO (m) 3	
66 FUNDOS (m) 4		67 ÁREA DO TERRENO (m²)			
8-ANOTAÇÕES E CROQUI					
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>					
COORDENADAS UTM SA69 X, _____ Y _____					
RELATIVO A EMPRESA		68 EXISTE EMPRESA 1 - SIM 2 - NÃO		69 TIPO DE NEGÓCIO 1 - INFORMAL 2 - FORMAL	
NATUREZA JURÍDICA		70 1-ÓRGÃO PÚBLICO FEDERAL 2-ESTADUAL 3-MUNICIPAL 4-FUNDAÇÃO 5-ASSOCIAÇÃO 6-EMPRESA PRIVADA 7-COOPERATIVA 8-ONG'S 9-EMPRESA PÚBLICA 10-AUTARQUIA 11-EMPRESA ESTRANGEIRA		71 IMOBILIÁRIA	
CAMPO RESERVADO					
72 STATUS DO BCI		1 - BCI CONCLUÍDO 3 - RETORNAR AO LOTE (*) 5 - PROCURAR IMOBILIÁRIA		2 - CONTACTAR CONTRIBUINTE 4 - NÃO PERMITIU VISTORIA 6 - OUTRA	
CADASTRADOR		DATA		ASSINATURA DO RESPONSÁVEL	
HORA		NÚMERO DO PROCESSO		(*) MOTIVO	

Fonte: Fornecida pela PMRB.

Figura 5.2 – Boletim de Cadastro Imobiliário (verso).

Com o intuito de melhorar o processo utilizado, a PMRB, em parceria com o Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa (DPI-UFV),

desenvolveu um sistema de informação, o Cupuaçu. Esse sistema visa auxiliar o processo de coleta dos dados através de BCI, e para isso, utiliza-se de dispositivos móveis, neste caso os PDAs. Com o Cupuaçu os dados de BCI podem ser cadastrados ou alterados diretamente no PDA e posteriormente no servidor, sem a utilização de formulários intermediários. Com isso, o processo passou a ter um número menor de etapas e também passou a gerar dados mais confiáveis.

O Cupuaçu é um sistema que utiliza a arquitetura cliente/servidor através de *Web Services*. O *Web Service* é uma camada entre o servidor e o cliente, que recebe a requisição do cliente e passa as informações corretamente para as aplicações no servidor (CHANG, 2003).

Entretanto, ele é um sistema *off-line*, ou seja, não utiliza nenhum tipo de rede de comunicação para acessar o servidor. Para acessar o servidor, por meio do PDA, é necessário conectar o dispositivo móvel com um cabo ao servidor. Entre alguns dos motivos da não utilização de tecnologia sem fio estão a falta de uma infra-estrutura no município de Rio Branco-AC que suporte as redes sem fio e a limitação dos próprios dispositivos utilizados no processo de coleta.

5.3 Metas do Estudo de Caso

Esse estudo de caso teve por meta comprovar os resultados obtidos nos Capítulos anteriores através do desenvolvimento de uma aplicação de SIG Móvel. Especificamente pretendeu-se:

- ◆ Mostrar que é possível construir aplicações SIG Móveis que sirvam às várias áreas de uma administração pública municipal, neste caso, à área de arrecadação tributária;
- ◆ Mostrar que a partir do conjunto de dados mínimos propostos no Capítulo 4 é possível iniciar a construção de uma aplicação de SIG Móvel;
- ◆ Mostrar a viabilidade de implantação desse tipo de sistema em administrações públicas municipais e discutir seus benefícios ao desenvolvimento do e-gov municipal.

Entretanto, fogem ao escopo desse trabalho o estudo sobre tecnologias, linguagens, ferramentas e bibliotecas a serem utilizadas no desenvolvimento do sistema.

5.4 Desenvolvimento da aplicação SIG-Pocket

O SIG-Pocket surgiu da idéia de integrar dados espaciais ao sistema Cupuaçu, uma vez que as informações geográficas auxiliam e facilitam o trabalho dos usuários na identificação e localização tanto de imóveis quanto dos lotes.

O processo de desenvolvimento do SIG-Pocket foi composto por duas etapas: a primeira delas composta pela identificação dos requisitos e casos de uso, e pela modelagem do banco de dados geográficos do sistema; e a segunda parte, de codificação do sistema, conduzida como um projeto de iniciação científica e executada pelo estudante Waister Silva Martins (MARTINS, MONTEIRO, LISBOA FILHO & ROCHA, 2007).

Utilizou-se um método para identificação dos casos de uso, com base na abordagem UP (Processo Unificado), descrito em (WAZLAWICK, 2004). Os diagramas de caso de uso foram feitos utilizando-se a ferramenta *Visual Paradigm for UML Community Edition*³² (VP-UML). A modelagem conceitual do banco de dados foi feita utilizando a ferramenta *ArgoCASEGEO*³³ (LISBOA *et al*, 2004), com base no modelo UML-GeoFrame.

Na etapa de codificação, utilizou-se a ferramenta Microsoft Visual Studio 2005 com a linguagem C#. A biblioteca para trabalho com dados espaciais utilizada foi a Map Suite Pocket PC³⁴ Evaluation Edition. O banco de dados utilizado no servidor foi o SQL Server 2000, com o SQL Server CE no lado cliente. Toda a comunicação entre o cliente e o servidor foi feita através de *Web Services*.

A Seção 5.4.1 apresenta a visão geral do SIG-Pocket, juntamente com os casos de uso identificados na fase de análise. Na Seção 5.4.2 a modelagem do banco de dados é apresentada. A Seção 5.4.3 apresenta alguns comentários a respeito da comunicação cliente/servidor utilizada e da integração do SIG-Pocket com os sistemas já existentes na PMRB. Na seção 5.4.4 a ferramenta SIG-Pocket é mostrada com o detalhamento de algumas de suas funcionalidades.

³² <http://www.visual-paradigm.com>

³³ <http://www.dpi.ufv.br/projetos/argocasegeo/>

³⁴ <http://thinkgeo.com/Default.aspx?tabid=314>

5.4.1 Visão Geral e Casos de Uso

O SIG-Pocket é um sistema que visa auxiliar os funcionários da PMRB na coleta dos dados do Boletim de Cadastro Imobiliário, utilizando-se de dados espaciais para melhorar a identificação e localização dos imóveis e do loteamento urbano dentro do sistema.

Visão Geral do Sistema

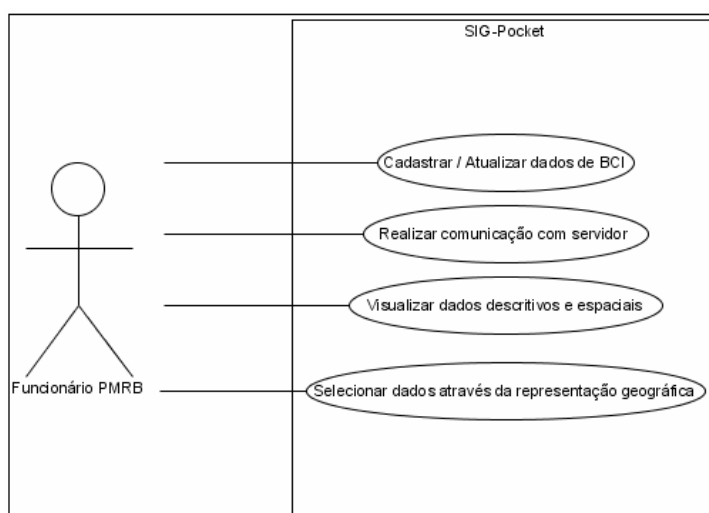
É proposto o desenvolvimento de um sistema que possibilite cadastro, atualização e consulta aos dados dos BCIs em dispositivos móveis, especificamente em PDAs, utilizando-se de dados espaciais para identificação e seleção de objetos. O SIG-Pocket tem por meta, agilizar o processo de cadastro e atualização dos dados descritivos de BCI ainda em campo, por parte dos funcionários da prefeitura do município de Rio Branco-AC.

O usuário pode realizar a seleção dos imóveis, lotes, quadras, entre outros, através de um simples clique no mapa presente no PDA. Ao realizar a seleção do objeto desejado, o sistema mostra uma janela contendo os dados descritivos desse objeto para possível inserção, alteração ou mesmo somente para consulta.

Cada alteração dos dados é armazenada no próprio PDA para que sejam posteriormente atualizados no banco de dados do servidor.

O SIG-Pocket somente utilizará os dados espaciais para auxílio na identificação e localização dos objetos, não sendo, portanto, permitida a alteração dos mesmos a partir do sistema.

A partir da visão geral do SIG-Pocket foram identificados os casos de uso do sistema. A Figura 5.3 apresenta o diagrama de casos de uso identificados.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 5.3 – Casos de uso do sistema SIG-Pocket.

O ator do sistema SIG-Pocket é o funcionário da PMRB responsável pela obtenção dos dados de BCI em campo. Os casos de uso identificados foram:

- ◆ Cadastrar / Atualizar dados de BCI;
- ◆ Realizar comunicação com servidor;
- ◆ Visualizar dados descritivos e espaciais;
- ◆ Selecionar dados através da representação geográfica.

O caso de uso “Cadastrar / Atualizar dados de BCI” permite ao usuário realizar inclusões e alterações dos dados do BCI ainda em campo, armazenando-os temporariamente no PDA, para que posteriormente o servidor da PMRB seja atualizado.

A comunicação com servidor permite ao ator tanto carregar os dados para o cliente, no caso o PDA, quanto atualizar o servidor com os dados armazenados no PDA. No ato de carregar os dados para o PDA, o usuário pode selecionar quais dados ele deseja, ou seja, pode selecionar quais são os temas de dados espaciais desejados bem como os correspondentes dados descritivos.

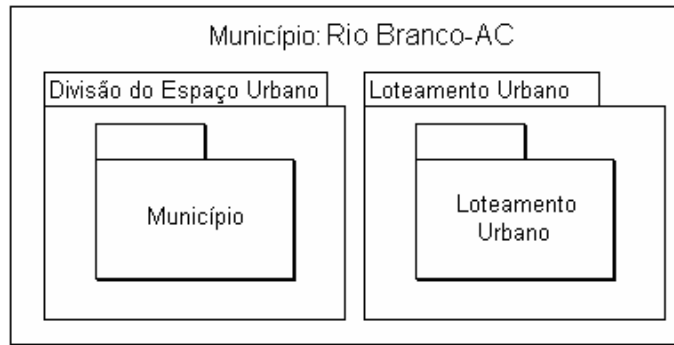
O caso de uso “Visualizar dados descritivos e espaciais” possibilita ao usuário visualizar tanto os dados geo-espaciais, os mapas da cidade de Rio Branco-AC, quanto os dados não-geográficos relativos a cada um dos dados geo-espaciais. A visualização dos dados descritivos ocorre a partir da interação com o sistema Cupuaçu. Esse caso de uso está intimamente relacionado ao caso de uso “Selecionar dados através da representação geográfica”, que possibilita a seleção dos objetos através da sua representação espacial.

5.4.2 Modelagem conceitual do banco de dados

Uma vez que se definiu a visão geral do sistema, com os casos de uso identificados, realizou-se a modelagem conceitual do banco de dados utilizando a metodologia UML-GeoFrame, seguindo os passos descritos em (LISBOA FILHO & IOCHPE, 2007).

Passo 1 – Identificar os temas e sub-temas para cada área geográfica.

A área geográfica em questão é o município de Rio Branco-AC. A Figura 5.4 ilustra os temas e sub-temas identificados da aplicação SIG-Pocket.



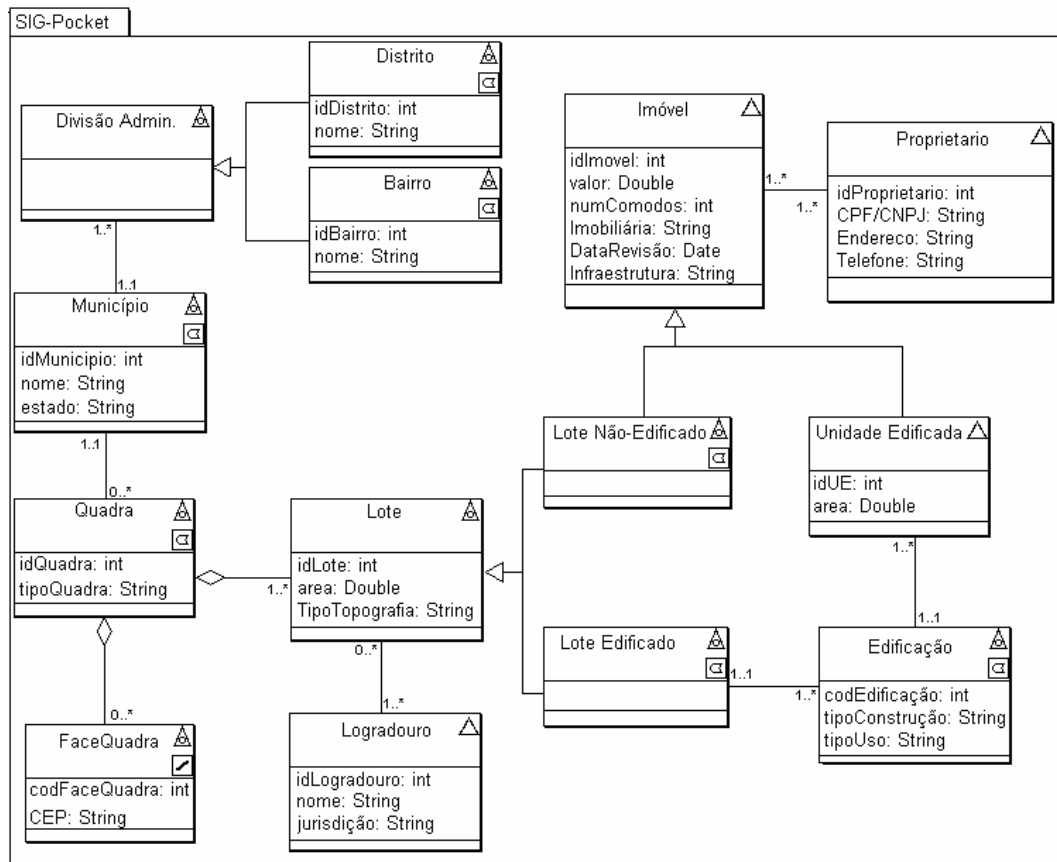
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 5.4 – Passo 1: Temas do SIG-Pocket.

Passo 2 – Desenhar o diagrama de classes para cada tema e sub-tema apresentados no Passo 1, e também desenhar os relacionamentos entre as classes.

Passo 3 – Modelar as características espaciais de cada tema e sub-tema.

A Figura 5.5 mostra o um resumo do diagrama das classes do SIG-Pocket. A modelagem conceitual do banco de dados baseou-se na metodologia UML-GeoFrame, reutilizando o pacote “Divisão do Espaço Urbano” existente no padrão de análise proposto no Capítulo 3.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 5.5 – Passo 2 e Passo 3: Diagrama de classes.

A seguir é apresentada uma descrição de cada classe do diagrama:

- ◆ O Município possui representação espacial na forma de um polígono [■] e é composto por uma ou mais Divisões Administrativas, e são especializadas em Bairro [■] e Distrito [■], ambos representados na forma de polígonos;
- ◆ Cada Divisão Administrativa [■] está relacionada a várias Quadras [■], assim como uma mesma Quadra [■] pode estar relacionada com várias Divisões Administrativas [■];
- ◆ Cada Quadra [■] é composta por várias Faces de Quadra [●]. As faces de quadra são as linhas que formam o polígono;
- ◆ Um ou mais Lotes formam uma Quadra [■];
- ◆ O Logradouro [6] é modelado como um objeto não-geográfico, uma vez que somente o nome do logradouro é importante para a aplicação;
- ◆ Cada Lote, por sua vez, é especializado em Lote Edificado [■] ou Lote Não-Edificado [■];
- ◆ Um Lote Edificado [■] pode ter uma ou mais Edificações [■], que são representadas por polígonos. Um Edificação [■], por sua vez, está em um único Lote Edificado [■];
- ◆ Uma Edificação [■] possui um relacionamento um-para-muitos com a classe Unidade Edificada [6], que é uma classe sem representação espacial;
- ◆ As classes Unidade Edificada [■] e Lote Não-Edificado [■] são generalizados para a classe Imóvel [6], que representa a entidade sem representação geográfica que irá armazenar os dados relativos ao BCI;
- ◆ Por último, um Proprietário [6], que não possui representação geográfica pode possuir um ou vários Imóveis [6].

Os relacionamentos espaciais, correspondentes ao Passo 4 da abordagem UML-GeoFrame, não foram modelados, somente os semânticos foram considerados para a modelagem desse sistema. Quanto à temporalidade, Passo 5, o SIG-Pocket não registrou nenhuma característica temporal.

5.4.3 Comunicação via Web Services

O SIG-Pocket utiliza a arquitetura cliente/servidor. Ele foi projetado dessa forma a fim de possibilitar futuramente a utilização do sistema de modo *on-line*, ou seja, utilizando a rede de telefonia móvel ou de comunicação sem-fio.

Uma vez que a capacidade, tanto de armazenamento quanto de processamento, dos dispositivos móveis é muito inferior quando comparado aos computadores *desktop*, o tipo de arquitetura cliente/servidor escolhida foi a de cliente esperto (*smart client*) com o uso de *Web Services*.

Cheng (2003) ressalta que a utilização de *Web Services* para soluções SIG Móveis torna as aplicações independentes no lado servidor, que são chamadas sempre remotamente por um *Web Service*, que fica encarregado de realizar o gerenciamento das chamadas feitas pelo cliente.

Desse modo, todo o processamento dos dados geográficos e o armazenamento do resultado, como uma imagem, por exemplo, acontecem no lado servidor. O cliente por sua vez fica somente encarregado de enviar mensagens de requisição de dados e de enviar a sua posição atual, obtida por meio de GPS, por exemplo. Além disso, Cheng (2003) ainda ressalta algumas vantagens na utilização de *Web Services*:

- ◆ A ausência da necessidade de o dispositivo estar conectado todo o tempo. Em outras palavras, somente quando uma requisição é feita ao servidor, é que é realizada uma conexão;
- ◆ Os *Web Services* são facilmente disponibilizados pela Internet, sendo acessados de qualquer dispositivo, tanto dos tradicionais computadores *desktop*, como pelos dispositivos móveis como PDAs e telefones celulares;
- ◆ *Web Services* tradicionalmente utilizam comunicação via protocolo HTTP e, com isso, evitam problemas com *firewall* e servidores de *proxy*.

A primeira das três vantagens citadas por Chang (2003) foi o que motivou a utilização de *Web Services* no desenvolvimento do SIG-Pocket. A princípio, projetou-se o SIG-Pocket para ser um sistema *off-line*, ou seja, não permanece conectado ao servidor o tempo todo, a conexão do cliente ao servidor é feita de forma física, através de cabos. Além disso, os *Web Services* são independentes de tecnologia e constituem um padrão aberto.

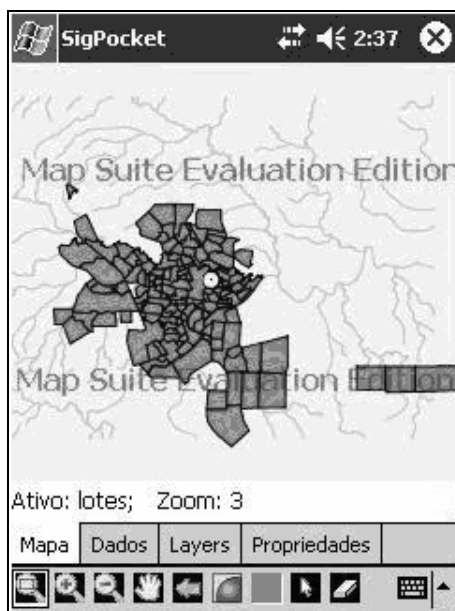
Dentre os motivos para escolha do sistema ser *off-line* estão: as limitações de taxas de transmissão de dados das redes sem fio, principalmente quando comparadas com o grande volume de dados utilizados pelas aplicações SIG e a própria infra-estrutura da cidade de Rio Branco-AC. Além disso, como a comunicação é feita por *Web Services*, assim que essas limitações de transmissão forem superadas, e assim que a cidade de Rio Branco-AC possuir a infra-estrutura necessária, o sistema poderá passar a ser *on-line* sem precisar de nenhuma modificação em sua implementação.

5.4.4 Características e funcionalidades do SIG-Pocket

O SIG-Pocket foi desenvolvido para funcionar em PDAs que possuam o sistema operacional *Microsoft Windows CE 4.x* ou superior. O dispositivo móvel utilizado para testes foi um PDA Jornada HP 220 Pocket PC, com processador de 400 MHz e com 64 MB de memória. Estas especificações foram definidas pela

área de Tecnologia de Informação (TI) da PMRB, sendo que o PDA utilizado no estudo de caso foi fornecido pela prefeitura.

A Figura 5.6 apresenta a interface do sistema.



Fonte: Extraído de Martins, Monteiro, Lisboa Filho & Rocha (2007).

Figura 5.6 – Interface principal do SIG-Pocket.

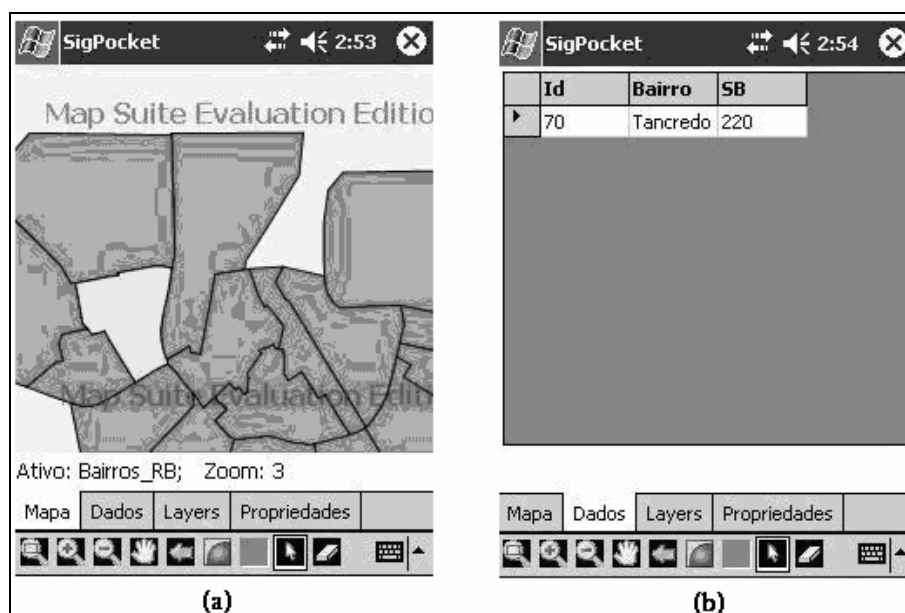
A tela principal contém, basicamente uma área de exibição de mapas, que ocupa a maior parte da tela do PDA; algumas abas para a navegação, que permitem a visualização de algumas propriedades e funcionalidades do sistema e uma barra de ferramentas para manipulação dos mapas.

As principais funções do SIG-Pocket são:

- ◆ Exibição de mapas no formato *shapefile*;
- ◆ Navegação no mapa: aproximar e afastar o mapa, mover o mapa e visualizar o histórico de navegação;
- ◆ Escolha do nível de zoom, permitindo aproximar ou afastar mais o mapa, para um maior ou menor detalhamento;
- ◆ Gerenciamento das camadas (*layers*) exibidas;
- ◆ Exibição dos dados descritivos associados ao *shapefile* através da integração com o sistema Cupuaçu.

Algumas dessas funções foram implementadas com o intuito de tentar minimizar as limitações existentes nos dispositivos móveis. A possibilidade de gerenciar as camadas que serão utilizadas evita a computação desnecessária no processo de desenho dessas camadas na tela do PDA. A escolha do nível de *zoom*, por sua vez, possibilita ao usuário a visualização rápida das informações de interesse.

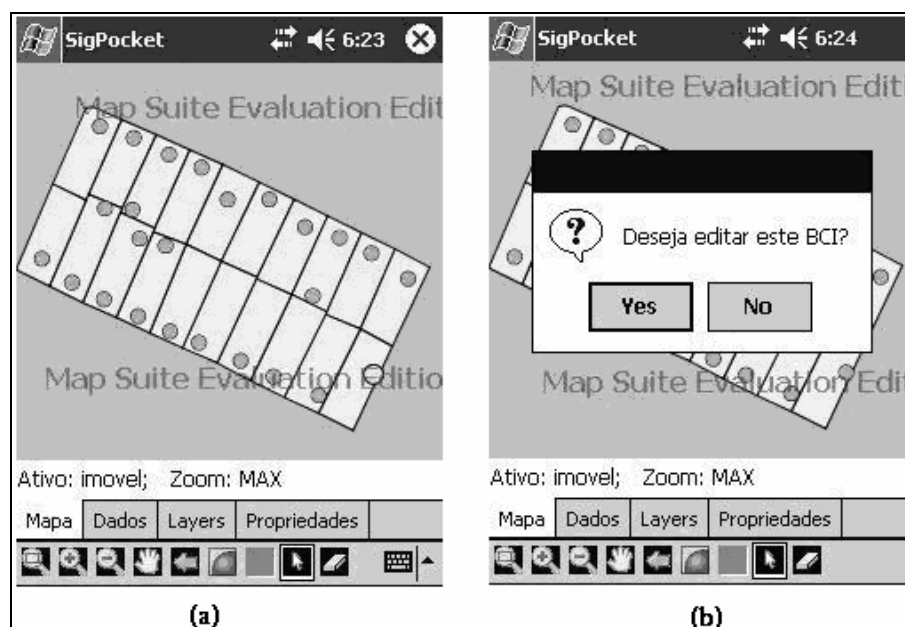
A Figura 5.7 mostra as telas relativas ao processo de seleção de feições, Figura 5.7(a) e da amostragem dos dados descritivos relativos à feição selecionada, Figura 5.7(b).



Fonte: Extraído de Martins, Monteiro, Lisboa Filho & Rocha (2007).

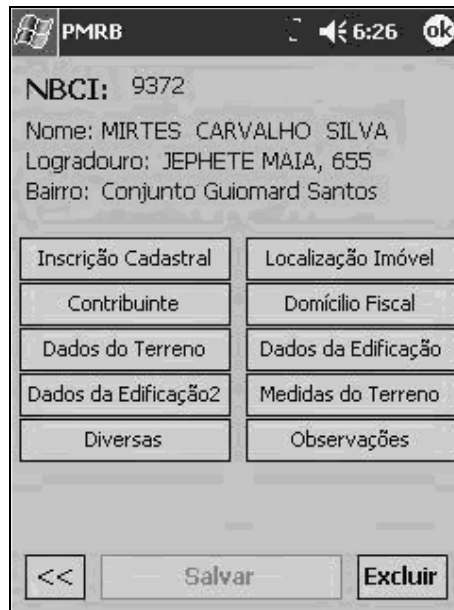
Figura 5.7 – Seleção de um Bairro (a) e Visualização dos dados descritivos (b).

Nas Figuras 5.8 e 5.9 é ilustrada a integração do SIG-Pocket com o sistema Cupuaçu. Uma vez que o imóvel é selecionado dentro do SIG-Pocket, o Cupuaçu é ativado e o usuário pode, então, editar os dados de BCI do imóvel selecionado.



Fonte: Extraído de Martins, Monteiro, Lisboa Filho & Rocha (2007).

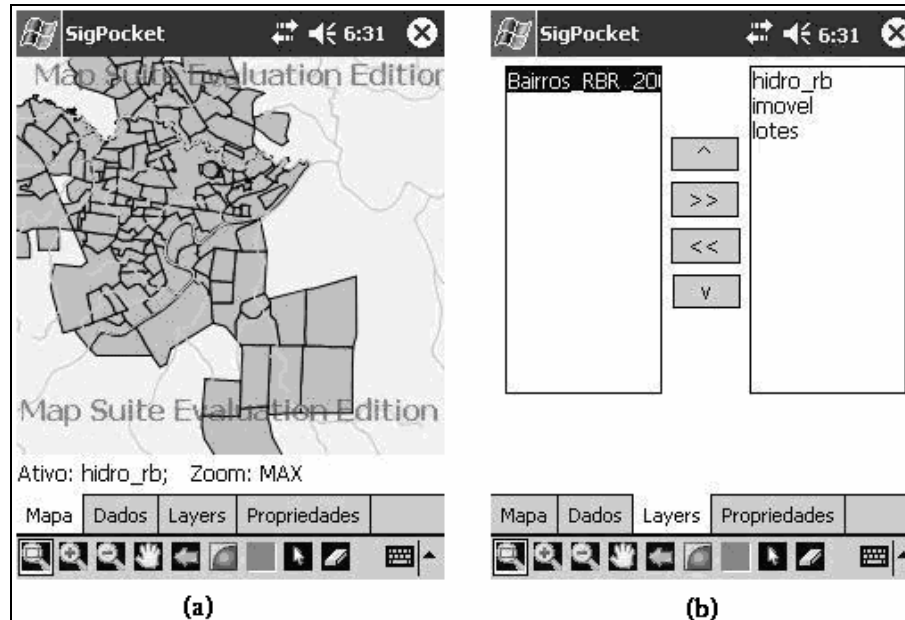
Figura 5.8 – Tema de imóveis ativo (a) e Chamada do Cupuaçu (b).



Fonte: Extraído de Martins, Monteiro, Lisboa Filho & Rocha (2007).

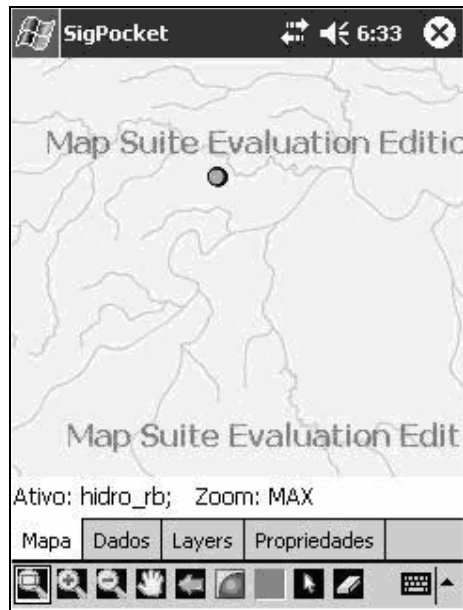
Figura 5.9 – Edição dos dados de BCI.

A manipulação das camadas que estão sendo exibidas é mostrada nas Figuras 5.10 e 5.11. A Figura 5.10(a) mostra a exibição de todas as camadas de dados disponíveis. Na Figura 5.10(b) a camada de bairros é removida, e na Figura 5.11 são exibidos os dados, agora sem a camada de bairros



Fonte: Extraído de Martins, Monteiro, Lisboa Filho & Rocha (2007).

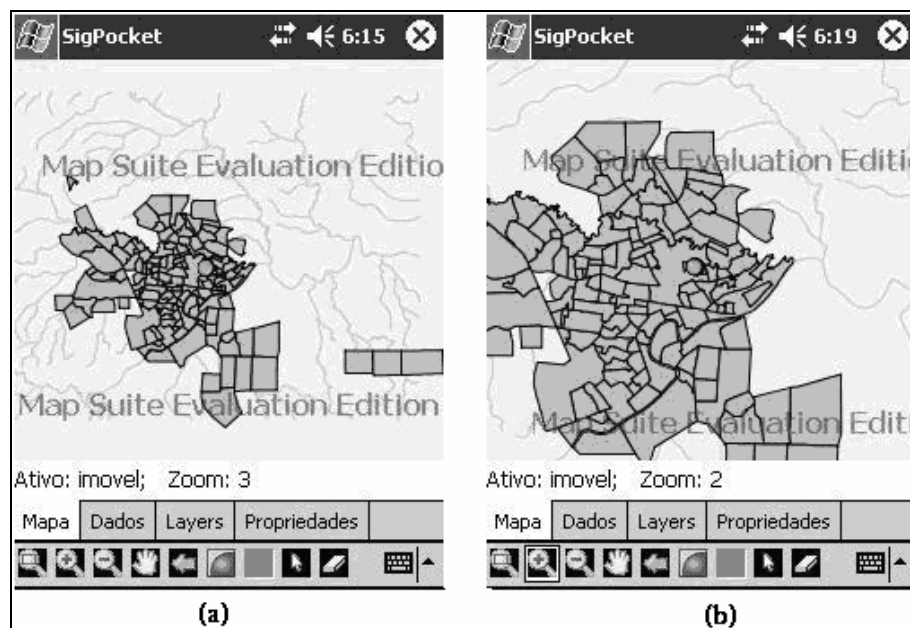
Figura 5.10 – Exibição de todas as camadas (a) e Remoção da camada de bairros (b).



Fonte: Extraído de Martins, Monteiro, Lisboa Filho & Rocha (2007).

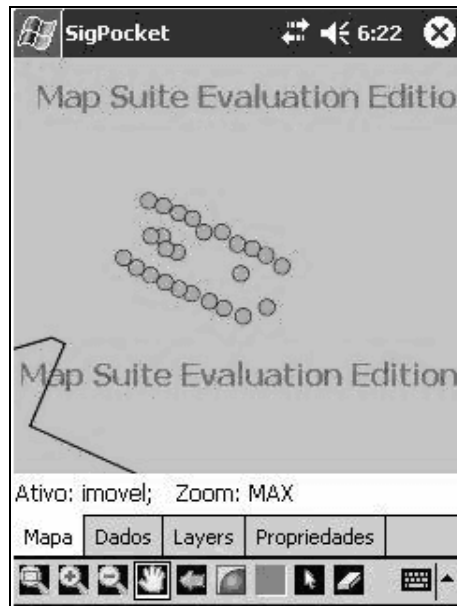
Figura 5.11 – Exibição sem a camada de bairros.

Por fim, as Figuras 5.12 e 5.13 mostram o esquema de zoom por nível, no qual o usuário pode seleccionar entre quatro valores de zoom (1,2,3 e MAX) e, de acordo com o valor escolhido, uma porcentagem maior ou menor de zoom é aplicada ao mapa. O valor atual do zoom é mostrado logo abaixo do mapa. A Figura 5.12(a) mostra o mapa da cidade de Rio Branco sem nenhuma aplicação de zoom, a Figura 5.12(b) mostra o mapa com o fator de zoom igual a 2 e a Figura 5.13 mostra o mapa com o nível de zoom com o valor máximo (MAX).



Fonte: Extraído de Martins, Monteiro, Lisboa Filho & Rocha (2007).

Figura 5.12 – Sem utilização de zoom (a) e Zoom de fator 2 (b).



Fonte: Extraído de Martins, Monteiro, Lisboa Filho & Rocha (2007).

Figura 5.13 – Zoom com fator MAX.

5.5 Considerações Finais

O desenvolvimento do sistema SIG-Pocket visou comprovar as metas propostas na Seção 5.3. Mostrou-se que é possível construir uma aplicação de SIG Móvel que se encaixe em alguma área relacionada à administração pública municipal, nesse caso ligada a área de arrecadação de tributos.

Além disso, o sistema também utilizou parte do padrão de análise, proposto no Capítulo 4, comprovando de certa forma, que é possível construir uma aplicação de SIG Móvel voltada para prefeituras reutilizando algumas classes encontradas no padrão.

Outro ponto positivo foi o fato de o SIG-Pocket não ficar restrito a nenhuma característica específica da cidade de Rio Branco-AC, tornando-se assim uma ferramenta genérica que permite a sua reutilização por outros municípios com um número mínimo de modificações.

Entretanto, a adoção de ferramentas comerciais para a construção do SIG-Pocket tais como o *Microsoft Visual Studio 5.0* e a biblioteca *Map Suite Pocket PC* ocasiona um custo a mais às prefeituras que desejem utilizar essa ferramenta, ou dar continuidade ao desenvolvimento de outras aplicações.

Outro aspecto a ser considerado foi a não comprovação na prática da utilização da ferramenta por parte dos funcionários da PMRB para realização de

uma análise mais apurada quanto aos benefícios da utilização do SIG-Pocket no trabalho de coleta dos dados de BCI.

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

6.1 Conclusões

A partir das seguintes perguntas foram definidos alguns parâmetros e alguns limites para a realização dessa pesquisa:

- ◆ Como construir um Sistema de Informação Geográfica Móvel?
- ◆ Quais são os tipos de SIG Móveis que podem ser construídos?
- ◆ Em quais áreas os SIG Móveis podem ser aplicados?

Em primeiro lugar, definiu-se a realização de uma revisão bibliográfica sobre o conceito de SIG Móvel e focou-se na sua aplicação no domínio de Governo Eletrônico, especificamente o municipal.

Em seguida, foi proposta uma taxonomia, interligando três parâmetros: as áreas relacionadas à administração pública municipal, os tipos de SIG Móveis e os atores do governo eletrônico. Essa taxonomia proposta permite visualizar de maneira clara algumas das áreas relacionadas à administração pública municipal que podem ser beneficiadas com a utilização dos SIG Móveis, exemplos e tipos de SIG Móveis para cada uma dessas áreas, bem como quais são os atores do *e-gov* envolvidos com cada aplicação sugerida.

Com essa taxonomia em mãos, o tomador de decisões de uma prefeitura, que pode ser o próprio prefeito, ou algum secretário relacionado a alguma das áreas mostradas na taxonomia, tem um ponto de partida de quais sistemas podem ser construídos e onde eles podem ser aplicados.

Além disso, como há a verificação de quais atores do *e-gov* estão envolvidos em cada uma das aplicações, o tomador de decisões pode então planejar a execução das iniciativas do governo eletrônico do município com a utilização dos SIG Móveis.

Essa taxonomia respondeu, então, as perguntas:

- ◆ Quais são os tipos de SIG Móveis que podem ser construídos?
- ◆ Em quais áreas os SIG Móveis podem ser aplicados?

Com o intuito de responder à primeira pergunta, foram definidas duas metas: modelar conceitualmente o banco de dados de algumas aplicações encontradas na taxonomia proposta, a fim de encontrar elementos comuns às aplicações; e realizar um estudo de caso para o município de Rio Branco-AC, construindo uma das aplicações propostas na taxonomia.

Com a modelagem das aplicações, mais especificamente das aplicações voltadas para a área urbana do município, foi extraído, documentado e proposto um padrão de análise, chamado “Base SIG Móvel Urbana”. Esse padrão de análise, composto por 11 classes, serve como o ponto de partida para a construção de aplicações urbanas em SIG Móveis.

Já o desenvolvimento do estudo de caso comprovou a utilidade do padrão de análise, bem como serviu para mostrar uma forma de construção de um SIG Móvel voltado para a gestão urbana.

Este trabalho apresentou algumas dificuldades, principalmente no que diz respeito a junção da tecnologia de SIG Móvel com o domínio de Governo Eletrônico, devido ao pouco material bibliográfico existente, por serem ambos, áreas relativamente novas.

Outra dificuldade encontrada foi a não possibilidade de testar os resultados deste trabalho na prática, ou seja, de comprovar os resultados obtidos aplicando-os em uma administração pública municipal, devido ao tempo relativamente curto para realização dessa verificação prática e a própria resistência e burocracia encontrada nas prefeituras, no que diz respeito a adoção de novas tecnologias.

Dessa forma, essa dissertação alcançou os seguintes objetivos:

- ◆ Criação de uma taxonomia que classifica potenciais aplicações de SIG Móveis com base na divisão administrativa de uma prefeitura.
- ◆ Especificação de um padrão de análise que contém um conjunto comum de elementos geográficos comuns para estas aplicações.
- ◆ Particionamento dos dados como solução para o problema do tamanho da base de dados.
- ◆ Avaliação por meio de um estudo de caso para o município de Rio Branco-AC.

E, as principais contribuições deste trabalho foram:

- ◆ A proposta de uma taxonomia para aplicações de SIG Móvel interligando as áreas de uma administração pública municipal, os tipos de SIG Móveis e os atores do Governo Eletrônico;
- ◆ A identificação de um conjunto de elementos comuns às aplicações de SIG Móveis voltadas para a área urbana de um município, documentado por meio de um padrão de análise;
- ◆ A utilização do particionamento dos dados geo-espaciais, de uma forma padronizada, como solução para o problema de armazenamento em dispositivos móveis.

6.2 Extensões

Esta dissertação possui vários trabalhos futuros possíveis, alguns deles são listados a seguir:

Tratamentos de dados geográficos para dispositivos móveis

Este trabalho utilizou uma forma simples para tratamento dos dados geo-espaciais que foi a pré-repartição dos dados de uma forma padronizada. Outras formas de tratamentos podem ser estudadas, como outras formas de repartição que não sejam pré-estabelecidas e que possam ser executadas dinamicamente, como o estudo de novos formatos de dados, baseados na própria arquitetura dos dispositivos móveis. Pesquisas direcionadas ao trabalho com dados comprimidos em PDAs também pode ser solução para utilização de dados geográficos para dispositivos móveis.

Estudos sobre ferramentas alternativas de implementação

Este trabalho utilizou ferramentas proprietárias para o desenvolvimento do estudo de caso, e isso acaba por encarecer a solução de uso de aplicações de SIG Móveis. Um estudo comparativo sobre ferramentas e bibliotecas alternativas para o desenvolvimento de aplicações de SIG Móveis pode ser conduzido, a fim de se encontrar soluções não somente que gerem um menor custo financeiro, mas que também gerem um ganho na eficiência de execução do SIG Móvel.

Validação e Implantação dos Resultados na Prática

Este trabalho não teve a possibilidade de validar os resultados alcançados na prática, ou seja, não houve a oportunidade de implantar o SIG-Pocket na PMRB e conduzir um estudo sobre o desenvolvimento do *e-gov* após a implantação do SIG Móvel, seja para processos internos ou para serviços ao cidadão. Além disso, uma

validação na prática pode vir a complementar a taxonomia proposta, encontrando outras áreas e outras aplicações possíveis.

Apêndice A

Modelagem de aplicações de SIG Móveis voltadas para a área urbana

Neste apêndice são apresentadas as modelagens conceituais de algumas aplicações de SIG Móveis voltadas para a área urbana. Todas as modelagens foram feitas utilizando-se a ferramenta ArgoCASEGEO¹ (LISBOA FILHO *et al*, 2004), com a abordagem UML-GeoFrame (LISBOA FILHO & IOCHPE, 2007).

As aplicações de SIG Móveis urbanas modeladas foram:

- ◆ Sistema de catalogação de unidades educacionais;
- ◆ Sistema de localização de escolas;
- ◆ Sistema de catalogação de unidades de saúde;
- ◆ Sistema de socorro-médico ambulatorial;
- ◆ Sistema de catalogação de sinais de trânsito;
- ◆ Sistema de cadastro de leitura de medidores.

Além dessas seis aplicações mostradas neste Apêndice A, foram modeladas também as aplicações de relatório de acidentes de trânsito (vide Capítulo 4) e o sistema de registro de BCI (vide Capítulo 5).

Além do esquema conceitual, é apresentada uma breve descrição de cada uma das aplicações, com seus objetivos, funcionalidades e usuários.

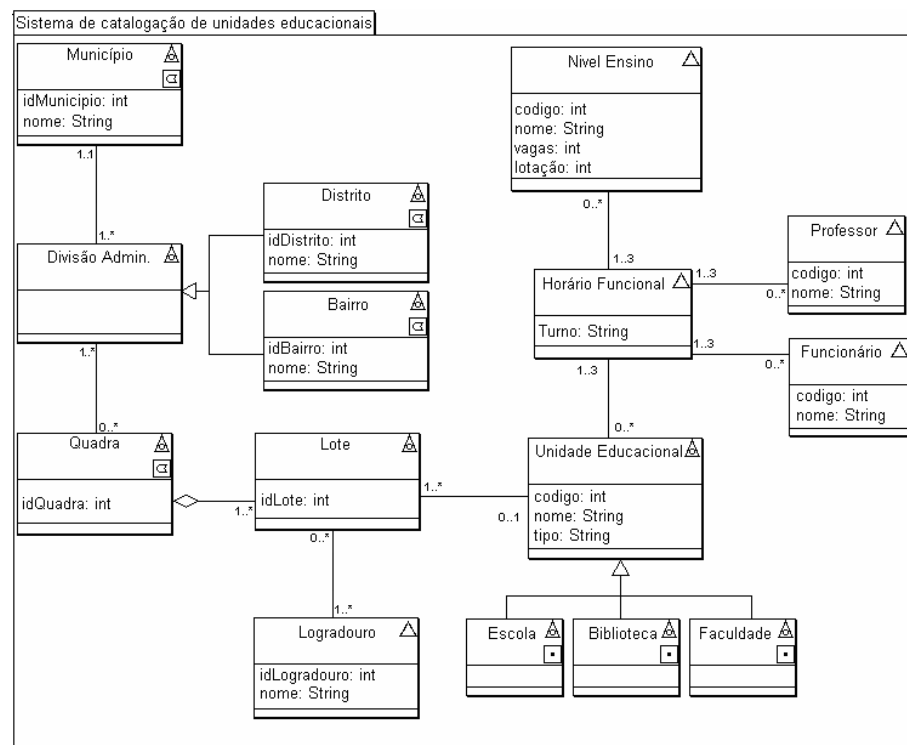
A.1 Catalogação de Unidades Educacionais

Esse tipo de aplicação tem por objetivo permitir o cadastro de unidades educacionais por uma prefeitura, utilizando os dados geo-espaciais para auxílio visual. Os funcionários da administração pública são os usuários finais dessa aplicação, que é classificada como aplicação de SIG Móvel para trabalho de campo. Entre as funcionalidades dessa aplicação estão:

¹ Disponível no site,
<http://www.dpi.ufv.br/projetos/argocasegeo/>

- ◆ Cadastro/atualização dos dados descritivos das escolas;
- ◆ Cadastro/atualização de funcionários e professores vinculados a cada escola, bem como seus horários de trabalho em cada unidade educacional;
- ◆ Cadastro/atualização dos níveis de ensino de cada unidade educacional, bem seus respectivos números de vagas e ocupação atual.

A Figura A.1 apresenta o resumo do esquema conceitual obtido para a aplicação de SIG Móvel de Catalogação de Unidades Educacionais.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura A.1– Sistema de Catalogação de Unidades Educacionais.

A seguir é apresentada uma descrição de cada classe do diagrama:

- ◆ Um Município [■] possui uma ou mais Divisões Administrativas. As Divisões Administrativas, por sua vez, são especializadas em Bairro [■] e Distrito [■];
- ◆ Além disso, cada Divisão Administrativa está relacionada a várias Quadras [■], assim como uma mesma Quadra [■] pode estar relacionada com várias Divisões Administrativas [■];
- ◆ Cada Quadra [■] é composta por um ou vários Lotes [■];
- ◆ O Logradouro [6] é modelado como um objeto não-geográfico, uma vez que somente o nome do logradouro é importante para a aplicação;
- ◆ Uma Unidade Educacional é especializada em Escola [-], Faculdade [-] e Biblioteca [-], além disso, pode ocupar um ou mais Lotes [■] e possui de um a no máximo três Horários Funcionais [6];
- ◆ A classe Horário Funcional [6] representa o horário de funcionamento de cada unidade educacional. Cada unidade educacional pode funcionar em no máximo três horários (manhã, tarde e noite);

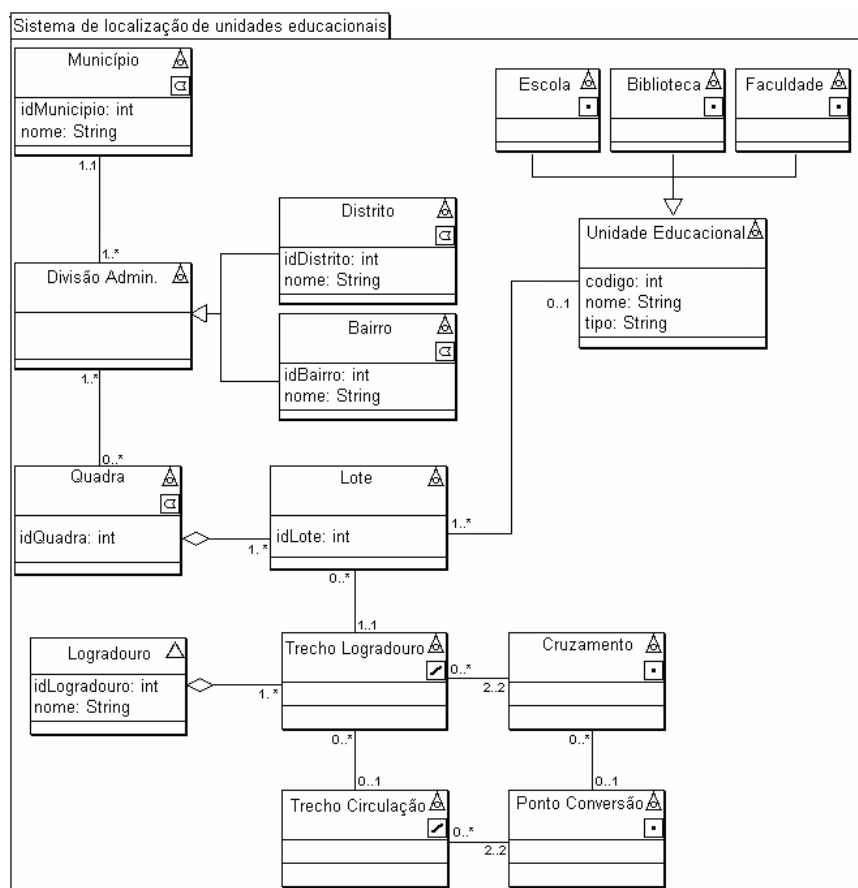
- ◆ As classes Funcionário [6] e Professor [6] representam os professores e funcionários de cada horário funcional de cada unidade educacional. Dessa forma, um mesmo funcionário e / ou professor podem trabalhar em mais de uma unidade educacional desde que em horários funcionais diferentes;
- ◆ A classe Nível Ensino [6] representa as séries e / ou cursos de um horário funcional de uma unidade educacional.

A.2 Localização de Unidades Educacionais

Essa aplicação de SIG Móvel com LBS tem por objetivo permitir ao usuário, nesse caso um cidadão, consultar a localização das unidades educacionais do município. Entre as funcionalidades dessa aplicação estão:

- ◆ Consulta de unidades educacionais por tipo, por nome, por horário de funcionamento;
- ◆ Consulta de caminhos até a unidade educacional selecionada;

A Figura A.2 apresenta o resumo esquema conceitual da aplicação de SIG Móvel de localização de unidades educacionais.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura A.2 – Sistema de Localização de Unidades Educacionais.

A seguir é apresentada uma descrição de cada classe do diagrama:

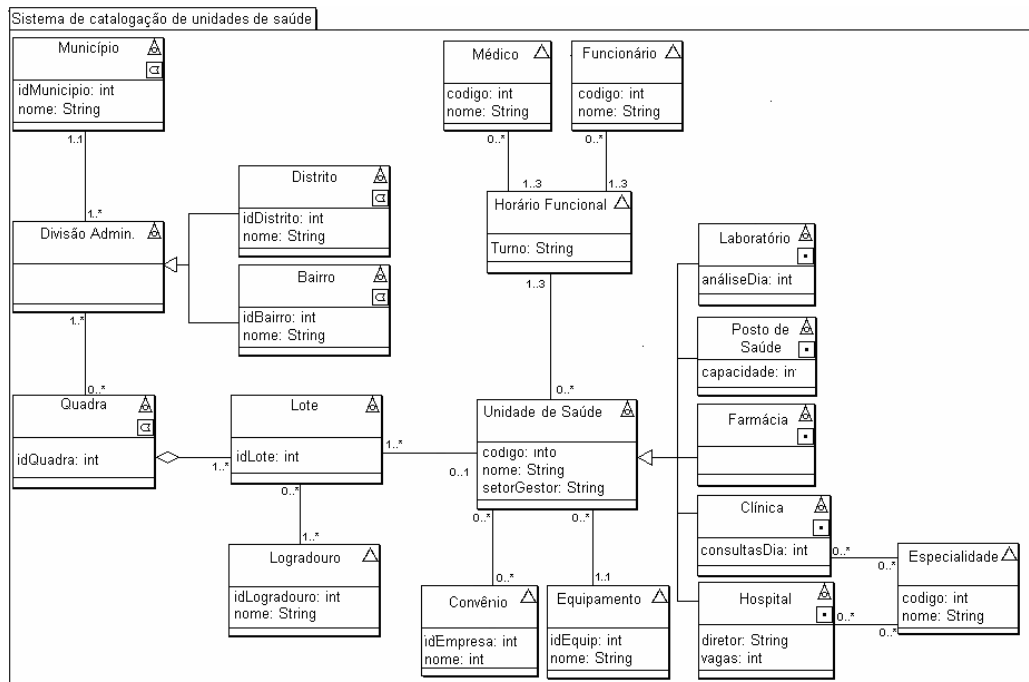
- ◆ Um Município [■] possui uma ou mais Divisões Administrativas. As Divisões Administrativas, por sua vez, são especializadas em Bairro [■] e Distrito [■];
- ◆ Além disso, cada Divisão Administrativa está relacionada a várias Quadras [■], assim como uma mesma Quadra [■] pode estar relacionada com várias Divisões Administrativas;
- ◆ Cada Quadra [■] é composta por um ou vários Lotes [■];
- ◆ Um Lote [■] possui à sua frente exatamente um Trecho de Logradouro [●]. Um mesmo Trecho de Logradouro [●], por sua vez, pode estar associado com mais de um Lote [■]. Vários trechos de logradouros podem estar conectados, representado no esquema pela classe Cruzamento [->]. Desta forma, um trecho de logradouro fica sempre limitado por dois cruzamentos;
- ◆ Um Trecho de Circulação [●] pode estar relacionado com vários Trechos de Logradouro [●]. Por outro lado, nem todo Trecho de Logradouro [●] faz parte de um Trecho de Circulação [●]. Analogamente, nem todo Cruzamento [->] é um Ponto de Conversão [->], e todo trecho de circulação se relaciona com dois pontos de conversão. A classe Logradouro [6] é um objeto não-geográfico que é composto por vários Trechos de Logradouro [●];
- ◆ Uma Unidade Educacional é especializada em Escola [->], Faculdade [->] e Biblioteca [->], além disso, pode ocupar um ou mais Lotes. Dados extras, que precisem ser consultados, podem ser incluídos nas classes Unidade Educacional, Escola, Faculdade e Biblioteca.

A.3 Catalogação de Unidades de Saúde

Essa é uma aplicação de SIG Móvel para trabalho de campo e tem por objetivo permitir que os usuários, funcionários da prefeitura, por exemplo, possam cadastrar as unidades de saúde e postos de saúde da cidade. Entre as funcionalidades dessa aplicação estão:

- ◆ Cadastro/atualização dos dados descritivos das unidades de saúde (hospitais, postos de saúde, clínicas e laboratórios);
- ◆ Cadastro/atualização dos horários de funcionamento de cada uma das unidades de saúde;
- ◆ Cadastro/atualização das especialidades de hospitais e clínicas; cadastro / atualização de convênios das unidades de saúde;
- ◆ Cadastro / atualização dos equipamentos pertencentes a cada unidade de saúde; cadastro / atualização de médicos e funcionários de cada unidade de saúde.

A Figura A.3 apresenta o resumo do esquema conceitual da aplicação de SIG Móvel de catalogação de unidades de saúde.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura A.3 – Sistema de Catalogação de Unidades de Saúde.

A seguir é apresentada uma descrição de cada classe do diagrama:

- ◆ Um Município [■] possui uma ou mais Divisões Administrativas. As Divisões Administrativas, por sua vez, são especializadas em Bairro [■] e Distrito [■];
- ◆ Além disso, cada Divisão Administrativa está relacionada a várias Quadras [■], assim como uma mesma Quadra [■] pode estar relacionada com várias Divisões Administrativas;
- ◆ Cada Quadra [■] é composta por um ou vários Lotes [■];
- ◆ O Logradouro [6] é modelado como um objeto não-geográfico, uma vez que somente o nome do logradouro é importante para a aplicação;
- ◆ Uma Unidade de Saúde é especializada em Hospital [-], Posto de Saúde [-], Clínica [-], Laboratório [-] e Farmácia [-], além disso, cada Hospital [-] e cada Clínica [-] podem possuir várias Especializações [6];
- ◆ Cada Unidade de Saúde possui um ou no máximo três Horários Funcionais [6];
- ◆ A classe Horário Funcional [6] representa o horário de funcionamento de cada unidade de saúde. Cada unidade educacional pode funcionar em no máximo três horários (manhã, tarde e noite);
- ◆ As classes Funcionário [6] e Médico [6] representam os médicos e funcionários de cada horário funcional de cada unidade de saúde. Dessa forma, um mesmo funcionário e / ou médico podem trabalhar em mais de uma unidade de saúde desde que em horários funcionais diferentes;

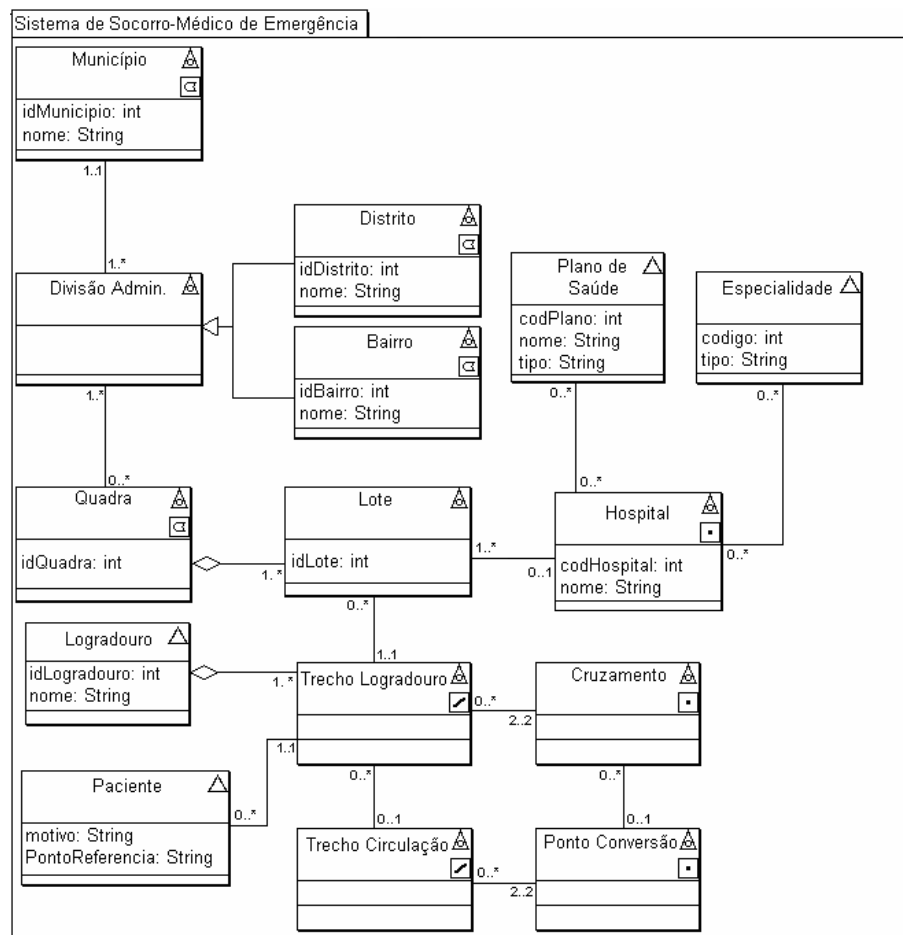
A.4 Socorro-Médico de Emergência

Essa é uma aplicação de SIG Móvel com LBS e tem por objetivo auxiliar os motoristas de ambulância e médicos de resgates no socorre de vítimas. Entre as funcionalidades dessa aplicação estão:

- ◆ Consulta aos hospitais / pronto-socorro mais próximos ao local do acidente;
- ◆ Consulta de rotas a hospitais e postos de saúde do local do acidente ao hospital;

Consultas de hospitais por especialidade e / ou por convênios médicos.

A Figura A.4 apresenta o resumo do esquema conceitual da aplicação de SIG Móvel de socorro-médico de emergência.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura A.4 – Sistema de Socorro-médico de Emergência.

A seguir é apresentada uma descrição de cada classe do diagrama:

- ◆ Um Município [■] possui uma ou mais Divisões Administrativas. As Divisões Administrativas, por sua vez, são especializadas em Bairro [■] e Distrito [■];

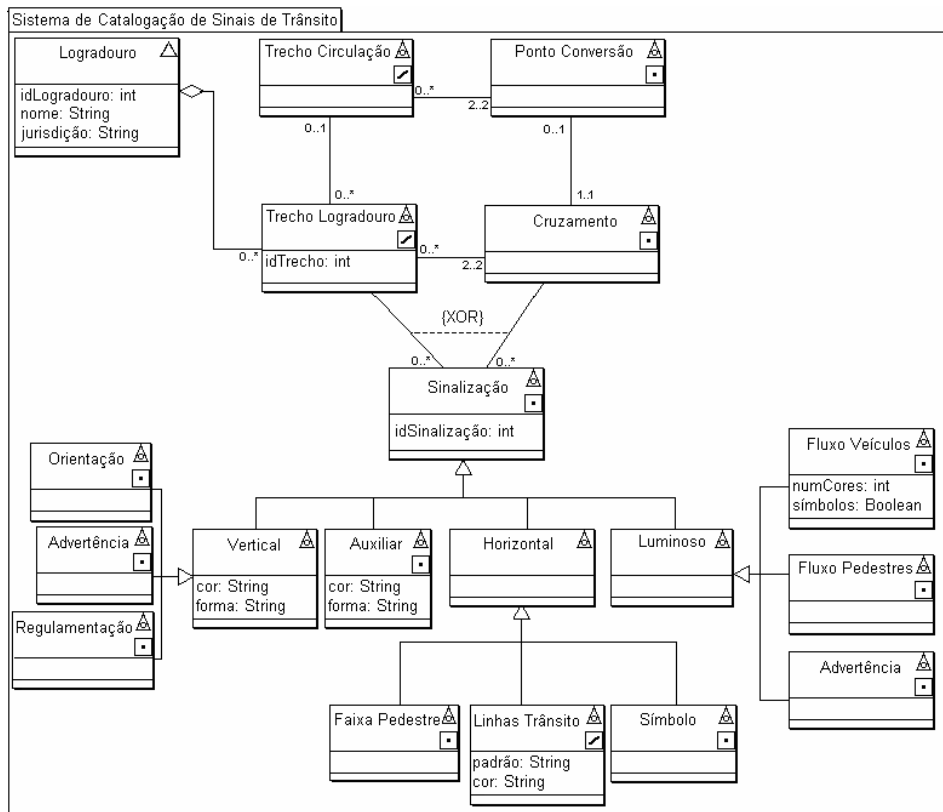
- ◆ Além disso, cada Divisão Administrativa está relacionada a várias Quadras [■], assim como uma mesma Quadra [■] pode estar relacionada com várias Divisões Administrativas;
- ◆ Cada Quadra [■] é composta por um ou vários Lotes [■];
- ◆ Um Lote [■] possui à sua frente exatamente um Trecho de Logradouro [●]. Um mesmo Trecho de Logradouro [●], por sua vez, pode estar associado com mais de um Lote [■]. Vários trechos de logradouros podem estar conectados, representado no esquema pela classe Cruzamento [->]. Desta forma, um trecho de logradouro fica sempre limitado por dois cruzamentos;
- ◆ Um Trecho de Circulação [●] pode estar relacionado com vários Trechos de Logradouro [●]. Por outro lado, nem todo Trecho de Logradouro [●] faz parte de um Trecho de Circulação [●]. Analogamente, nem todo Cruzamento [->] é um Ponto de Conversão [->], e todo trecho de circulação se relaciona com dois pontos de conversão. A classe Logradouro [6] é um objeto não-geográfico que é composto por vários Trechos de Logradouro [●];
- ◆ A classe Paciente [6] representa a pessoa a ser socorrida e ela relaciona-se com a classe Trecho de Logradouro [●], de forma que um paciente está presente somente perto de um trecho de logradouro. Já um trecho de logradouro pode estar associado a vários pacientes.
- ◆ Um Hospital [->] associa-se com a classe Lote [■] com cardinalidade de um-para-um. Além disso, um hospital pode possuir várias Especialidades [6], assim como vários hospitais podem possuir a mesma especialidade. Do mesmo modo, um hospital pode associar-se com vários Planos de Saúde [6] e um mesmo plano de saúde pode associar-se a vários hospitais.

A.5 Catalogação de sinais de trânsito

Essa é uma aplicação de SIG Móvel para trabalho de campo e tem por objetivo permitir que os funcionários da prefeitura possam cadastrar as sinalizações de trânsito existentes na cidade. Entre as funcionalidades dessa aplicação estão:

- ◆ Cadastro/atualização dos sinais de trânsito;
- ◆ Classificação dos sinais de acordo com seu tipo;
- ◆ Verificação de pontos de possíveis novas sinalizações.

A Figura A.5 apresenta o resumo do esquema conceitual da aplicação de SIG Móvel de catalogação de sinais de trânsito.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura A.5 – Sistema de Catalogação de Sinais de Trânsito.

A seguir é apresentada uma descrição de cada classe do diagrama:

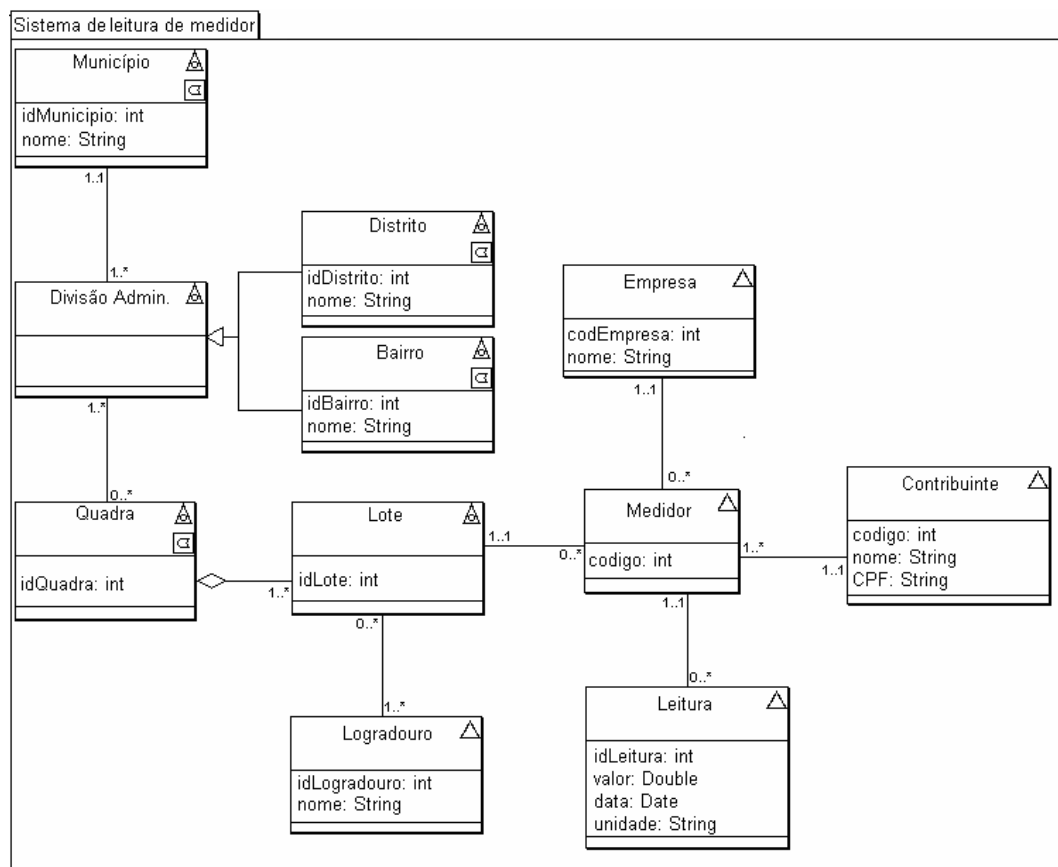
- ◆ A classe Logradouro [6] é um objeto não-geográfico que é composto por vários Trechos de Logradouro [•]. Vários trechos de logradouros podem estar conectados, representado no esquema pela classe Cruzamento [-]. Desta forma, um trecho de logradouro fica sempre limitado por dois cruzamentos;
- ◆ Um Trecho de Circulação [•] pode estar relacionado com vários Trechos de Logradouro [•]. Por outro lado, nem todo Trecho de Logradouro [•] faz parte de um Trecho de Circulação [•]. Analogamente, nem todo Cruzamento [-] é um Ponto de Conversão [-], e todo trecho de circulação se relaciona com dois pontos de conversão.
- ◆ A classe Sinalização representa todo e qualquer tipo de sinalização de trânsito existente na cidade, e é especializada em Vertical, Auxiliar [-], Horizontal e Luminoso.
- ◆ A sinalização do tipo Vertical, por sua vez, é especializar-se em sinais de Regulamentação [-], de Advertência [-] e Orientação [-]. A sinalização do tipo Horizontal é especializada em Faixa Pedestre [-], Linhas Trânsito [•] e Símbolo [-]. Já a sinalização do tipo Luminosa, é especializada em Fluxo Veículos [-], que representa os semáforos, Fluxo Pedestres [-], que representa os semáforos para os pedestres e Advertência [-], que são as outras sinalizações luminosas que não semáforos.

A.6 Leitura de medidores

É uma aplicação de SIG Móvel para trabalho de campo e tem por objetivo permitir que os usuários possam cadastrar as leituras de medidores de água e /ou energia. Entre as funcionalidades dessa aplicação estão:

- ◆ Cadastro/atualização das leituras mensais dos medidores;
- ◆ Visualização das leituras anteriores.

Figura A.6 apresenta o resumo do esquema conceitual da aplicação de SIG Móvel de leitura de medidores.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura A.6 – Sistema de Leitura de Medidores.

A seguir é apresentada uma descrição de cada classe do diagrama:

- ◆ Um Município [M] possui uma ou mais Divisões Administrativas. As Divisões Administrativas, por sua vez, são especializadas em Bairro [B] e Distrito [D];
- ◆ Além disso, cada Divisão Administrativa está relacionada a várias Quadras [Q], assim como uma mesma Quadra [Q] pode estar relacionada com várias Divisões Administrativas [DA];
- ◆ Cada Quadra [Q] é composta por um ou vários Lotes [L];

- ◆ O Logradouro [6] é modelado como um objeto não-geográfico, uma vez que somente o nome do logradouro é importante para a aplicação;
- ◆ A classe Medidor [6] representa o medidor (de água, ou energia) a ter sua leitura cadastrada. Cada medidor está localizado em um único lote, enquanto um mesmo lote pode possuir vários medidores;
- ◆ Cada Medidor [6] é de uma única Empresa [6], que por sua vez, pode possuir vários medidores;

Cada Medidor [6] possui várias Leituras [6], enquanto cada leitura é de um único medidor. Do mesmo modo, um medidor está cadastrado em nome de um único Contribuinte [6], que também pode possuir vários medidores em seu nome.

Apêndice B

Generalização da base de dados geográfica do município de Rio Branco-AC

Neste apêndice é apresentado o processo de generalização da base de dados do município de Rio Branco-AC. Esse processo foi feito como uma tentativa de solucionar o problema da utilização dessa base de dados em um dispositivo móvel, especificamente um PDA.

O processo utilizou o software ArcGIS¹, versão 9.2, mais especificamente, através da função *SimplifyPolygon*, presente na ferramenta *ArcToolBox*.

A função *SimplifyPolygon* simplifica um polígono removendo pequenas flutuações e curvas do seu limite, enquanto preserva seu formato original. Para esse estudo foi utilizado o método *PointRemove*, que é um método mais rápido e simples, que remove pontos redundantes do limite dos polígonos, entretanto dependendo da tolerância adotada, o formato do polígono pode se tornar esteticamente desagradável.

Além disso, outros parâmetros utilizados foram: *NO_CHECK*, que diz respeito ao controle de erros topológicos, e nesse caso, tal opção foi descartada, não sendo realizada nenhuma verificação em relação a possíveis erros topológicos. Outro parâmetro definido foi *KEEP_COLLAPSED_POINTS*, que indica, em outras palavras, que todos os polígonos que estiverem abaixo do limite definido e forem transformados em pontos, serão armazenados em um arquivo de saída.

O processo de generalização foi feito somente sobre o tema Lotes e como não houve resultados satisfatórios, o processo não foi replicado sobre os outros temas. Para o tema Lotes, foram definidos 5 limites diferentes: 10, 5, 3, e 1

¹ Mais informações no site,
<http://www.esri.com>

metros. O tema Lotes possui um total de 72.379 polígonos, e é composto pelos seguintes arquivos, acompanhados dos seus respectivos tamanhos em *kilobytes* (KB):

- ◆ Arquivo *dBASE*, *.dbf* - 2.616 KB;
- ◆ Arquivo *.shx* – 566 KB;
- ◆ Arquivo *shapefile*, *.shp* – 10.379 KB.

Com o limite de 10 metros:

- ◆ Número de polígonos remanescentes: 62.875 (perda de aproximadamente 13% dos polígonos originais);
- ◆ Número de pontos gerados no processo: 4790;
- ◆ Arquivo *dBASE*, *.dbf*: 2.452 KB (redução de aproximadamente 6,26%);
- ◆ Arquivo *.shx*: 531 KB (redução de aproximadamente 6,18%);
- ◆ Arquivo *shapefile*, *.shp*: 8.358 KB (redução de aproximadamente 19,47%).

Além do alto percentual de polígonos originais perdidos ou reduzidos a pontos, o processo de generalização, utilizando o limite de 10 metros, resultou em uma modificação muito grande no formato dos polígonos que representam os lotes, passando-os de polígonos retangulares para polígonos triangulares.

Com o limite de 5 metros:

- ◆ Número de polígonos remanescentes: 69.879 (perda de aproximadamente 3,45% dos polígonos originais);
- ◆ Número de pontos gerados no processo: 2726;
- ◆ Arquivo *dBASE*, *.dbf*: 2.526 KB (redução de aproximadamente 3,44%);
- ◆ Arquivo *.shx*: 547 KB (redução de aproximadamente 3,35%);
- ◆ Arquivo *shapefile*, *.shp*: 9.241 KB (redução de aproximadamente 10,96%).

O percentual de polígonos originais perdidos ou reduzidos a pontos pelo processo de generalização com limite de 5 metros foi bem menor do que utilizando o limite de 10 metros. Entretanto, a modificação no formato dos polígonos que representam os lotes, ainda se fez presente, passando-os de polígonos retangulares para polígonos triangulares.

Com o limite de 3 metros:

- ◆ Número de polígonos: 70.525 (perda de aproximadamente 2,56% dos polígonos originais);
- ◆ Número de pontos gerados no processo: 2086;

- ◆ Arquivo *dBASE*, *.dbf*: 2.549 KB (redução de aproximadamente 2,56%);
- ◆ Arquivo *.shx*: 552 KB (redução de aproximadamente 2,47%);
- ◆ Arquivo *shapefile*, *.shp*: 9.370 KB (redução de aproximadamente 9,72%).

O percentual de polígonos originais, perdidos ou reduzidos a pontos obtidos foi um pouco menor do que o processo de generalização utilizando o limite de 5 metros. Com esse limite houve em pouca modificação no formato dos polígonos de lotes.

Com o limite de 1 metro:

- ◆ Número de polígonos: 71.161 (perda de aproximadamente 1,68% dos polígonos originais);
- ◆ Número de pontos gerados no processo: 1420;
- ◆ Arquivo *dBASE*, *.dbf*: 2.572 KB (redução de aproximadamente 1,68%);
- ◆ Arquivo *.shx*: 557 KB (redução de aproximadamente 1,68%);
- ◆ Arquivo *shapefile*, *.shp*: 9.522 KB (redução de aproximadamente 8,25%).

O percentual de polígonos originais, perdidos ou reduzidos a pontos obtidos foi bem baixo. Entretanto, houve também um baixo percentual de redução. As modificações nos formatos dos polígonos foram quase imperceptíveis.

7 Referências Bibliográficas

- AGHAI, R. P. B. A Mobile GIS Application for Heavily Resource-Constrained Devices. In: ASIA GIS 2003, 5th, Wuhan, China. *Proceedings...* Wuhan: AGISA, 2003, p.16-18.
- ALMEIDA, M. O. A Experiência do Brasil em Governo Eletrônico. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DEL CLAD SOBRE LA REFORMA DEL ESTADO Y DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, 8^o, 2003, Panamá, Panamá. *Anais...* Panamá, Panamá: 2003.
- AMINE, B. C. M.; YOSRA, K. M-Government: The Convergence between E-government to M-government. In: INTERNATIONAL E-BUSINESS CONFERENCE (IEBC), 1st., 2005, Hammamet, Tunisia. *Proceedings...* Hammamet, Tunisia: IEBC, 2005.
- ANTENUCCI, J. C. *et al.* *Geographic Information Systems: A guide to the technology*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991, 301p.
- BAUM, C.; DI MAIO, A. *Gartner's Four Phases of E-government Model*. *Gartner Group Research*, 2001. Disponível em <www.gartner.com> Acesso em: agosto, 2006.
- BÉDARD, Y. Visual modeling of spatial databases towards spatial extensions and UML. *Geomatica*, v.53, n.2, 1999.
- BERTOLOTTO, M.; *et al.* Bus Catcher: a Context Sensitive Prototype System for Public Transportation Users. In: CONFERENCE ON WEB INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING, 3rd, 2002, Singapore. *Proceedings...* Singapore: IEEE Computer Society, 2002, p.64-72.
- BORGES, K.; DAVIS, C.; LAENDER, A. OMT-G: An Object-Oriented Data Model for Geographic Applications. *GeoInformatica*, v.5, n.3, p.221-260, 2001.
- BURROUGH, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Clarendon Press, 1986.

- CASTOLDI, A. V. *Uma ontologia para enlaces de unidades de informação em plataformas de governo eletrônico*. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.
- CHANG, A. M.; KANNAN, P. K. *Preparing for Wireless and Mobile Technologies. Report for IBM Endowment for the Business of Government*. Disponível em <http://www.businessofgovernment.org/pdfs/Chang_report.pdf> Acesso em: outubro, 2006.
- CHANG, Z. *Design and implementation of distributed web services in mobile GIS application*. 2003. 80f.. Thesis (Masters in Degree Assessment Board) - International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Netherlands, 2003.
- CLAY, L.; DAVIS, D. M. Generalizing features to improve ArcIMS performance: A practical guide. In: ANNUAL ESRI INTERNATIONAL USER CONFERENCE, 21st, 2001. *Proceedings...*: ESRI CORP., 2001.
- DETRAN/DF – *Conceitos e Definições Básicas*. 1989. Disponível em <<http://www.detran.df.gov.br/sites/200/240/00000020.pdf>> Acesso em: agosto, 2007.
- DUJISIN, R. A.; VIGÓN, M. A. P. Gobierno Electrónico en América Latina. In: Dusijin, R. A.; VIGÓN, M. A. P. (Eds.) *América Latina Puntogob: casos y tendencias en gobierno electrónico*. Santiago, Chile: FLACSO-Chile/AICD-OEA, 2004. p. 17-19.
- ESRI, 1998: *ESRI Shapefile Technical Description*. An ESRI White Paper. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2007
- FANGXIONG, W.; FULING, B.; YINGZI, H. A Distributed Architecture for WAP based Mobile GIS. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOINFORMATICS – GEOSPATIAL INFORMATION RESEARCH: BRIDING THE PACIFIC AND ATLANTIC, 12th, 2004. Gävle, Suécia. *Proceedings...* Gävle: Gävle University Press, 2004. p. 92-98.
- FERNANDES, A. G.; AFONSO, J. R. R. e-Governo no Brasil: Experiências e Perspectivas. *Revista do BNDES*. Rio de Janeiro, n. 15, v. 8, p. 21-64, junho 2001.
- FGV. *Instrução Básica de Estatística de Trânsito*. 2001. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/publicacoes/show_public.asp?cod=9> Acesso em: agosto, 2007.

- FOWLER, M. *Analysis Patterns: Reusable Object Models*. Menlo Park, CA: Addison Wesley Longman, 1997.
- GANG, S. Transcending e-Government: a Case of Mobile Government in Beijing. In: EUROPEAN CONFERENCE ON MOBILE GOVERNMENT (EURO mGov), 1st, 2005, Brighton, UK. *Proceedings...* Brighton, UK: Sussex University, Brighton, UK, 2005, p.476-485.
- GOLDSTUCK, A. *Government Unplugged: Mobile and Wireless Technologies in the Public Service*. Center for Public Service Innovation, South Africa, 2004. Disponível em: <http://www.cpsi.co.za/contentfiles/tblFile/5_filFilePath_Government%20Unplugged.pdf> Acesso em: setembro, 2006.
- JARDIM, J. M. A Construção do e-gov no Brasil: Configurações político-informacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (CINFORM), 5^o, 2004, Salvador, Brasil. *Anais...* Salvador, Brasil: CINFORM, 2004.
- JOIA, L. A. A Framework for Developing Regional E-government Capacity-Building Networks. *Information Technologies and International Development*. Massachusetts: The Massachusetts Institute of Technology, 2006, v. 2, n. 4, p. 61-73.
- JOIA, L. A.; CAVALCANTE NETO, A. A. Government-To-Government Enterprises in Brazil: Key Successful Factors Drawn From Two Cases Studies. In: BLED eCOMMERCE CONFERENCE “eGLOBAL”, 17th, 2004, Bled, Slovenia. *Proceedings...* Bled, Slovenia: Bled eCommerce Conference, 2004.
- KIM, J. W. *et al.* Location-Based Tour Guide System Using Mobile GIS and Web Crawling. In: WEB AND WIRELESS GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (W2GIS), 4th, INTERNATIONAL WORKSHOP, 2004. Goyang, Coreia do Sul. *Proceedings...* Coreia do Sul: Lecture Notes in Computer Science 3428 Springer, 2005. p. 51-63.
- KÖSTERS, G.; PAGEL, B.; SIX, H. GIS-Application Development with GeoOOA. *International Journal of Geographical Information Sciences*. v.11, n.4, p.307-335, 1997.
- KUSHCHU, I.; KUSCU, H. From E-government to M-government: Facing the Inevitable In: EUROPEAN CONFERENCE ON e-GOVERNMENT (ECEG), 3rd, 2003, Dublin, Ireland. *Proceedings...* Dublin, Ireland: Trinity College, 2003, p. 253-260.
- KWON, Y. J.; KIM D. Mobile SeoulSearch: A Web-Based Mobile Regional Information Retrieval System Utilizing Location Information In: WEB AND WIRELESS GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (W2GIS), 4th, INTERNATIONAL WORKSHOP, 2004. Goyang, Coreia do Sul.

- Proceedings... Coréia do Sul: Lecture Notes in Computer Science 3428*
Springer, 2005. p. 206-220.
- LANVIN, B. *The e-government Handbook for Developing Countries. A project of InfoDev and the Center for Democracy & Technology*. Disponível em <<http://www.cdt.org/egov/handbook/2002-11-14egovhandbook.pdf>> Acesso em: outubro, 2006.
- LENK, K.; TRAUNMÜLLER, R. Broadening the concept of electronic government. In: PRINS, J. E. J. (Ed.). *Designing E-Government: On the Crossroads of Technological Innovation and Institutional Change*. The Hague, Netherlands: Kluwer Law International, 2001, p. 63-74.
- LIMA, R. M. B. *Aplicações Web para Dispositivos Móveis*. 2005. 68. Monografia (Especialização em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. Modeling with a UML profile. In: Shashi Shekhar and Hui Xiong. *Encyclopedia of Geographical Information Science*. Germany: Springer-Verlag, 2007.
- LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C.; BORGES, K. A. Analysis patterns for GIS data schema reuse on urban management applications. *CLEI Electronic Journal*, v.5, n.2, p.1-15, 2002.
- LISBOA FILHO, J.; *et al.* A CASE tool for geographic database design supporting analysis patterns. In: CONCEPTUAL MODELING FOR ADVANCED APPLICATION DOMAINS. ER2004 WORKSHOP ON CONCEPTUAL MODELING FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (CoMoGIS), 1, 2004, Shanghai, China. *Proceedings...* Berlin: Springer LNCS 3289, 2004.
- LONGLEY, P. A. *et al* (eds.) *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management, and Applications*. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.
- LUACES M. *et al.* A Generic Framework for GIS Applications In: WEB AND WIRELESS GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (W2GIS), 4th, INTERNATIONAL WORKSHOP, 2004. Goyang, Coréia do Sul. *Proceedings...* Coréia do Sul: Lecture Notes in Computer Science 3428 Springer, 2005. p. 94-109.
- MAGUIRE, D. Mobile geographic services come of age: ESRI Drives into Wireless Markets. *Geoinformatics*, n.4, 2001.
- McDONALD, K. S. *The Role of Mobile Geographic and Information Technologies in Optimizing Water Quality Monitoring and Management*. 2004.

- 112f.. Dissertation (Masters of Science in Geographic Information Systems) – Faculty of Earth and Life Sciences, Vrije Universiteit of Amsterdam, Amsterdam, 2004.
- MARTINS, W. S.; MONTEIRO, B. R.; LISBOA FILHO, J.; ROCHA, M. N. Um SIG Móvel para Aplicações de Gestão Urbana. Submetido a REIC - Revista Eletrônica de Iniciação Científica, 2007.
- MESZAROS, G. DOBLE, J. *A pattern language for pattern writing*. Disponível em: <<http://www.hillside.net/patterns/writing/patternwritingpaper.htm>> Acesso em: outubro de 2007.
- MOREIRA, D. Governo do Piauí oferece serviços por celular. *IDG NOW*. 22 de novembro 2005. Disponível em: <http://idgnow.uol.com.br/telecom/2005/11/22/idgnoticia.2006-03-12.2693695079/IDGNoticia_view>. Acesso em: outubro, 2006.
- ORTOLANI, L. F. B. M-government: Cases do Paraná e Potencial Uso no Setor Público. *Bate Byte*. Curitiba, n. 119, abril de 2002. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/batebyte/edicoes/2002/bb119/mgovernment.htm>>. Acesso em: outubro, 2006.
- PARENT, C.; SPACCAPIETRA, S.; ZIMÁNYI, E. Spatial-temporal conceptual models: data structures + space + time. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADVANCES IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (ACM-GIS '99), 7th, 1999. Kansas City, EUA. *Proceedings...*Kansas: ACM-GIS, 1999. p.26-33.
- PENG, Z.; TSOU, M. Internet GIS: Distributed geographic information services for the Internet and wireless network. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- PERRI, G. E-governance: Do Digital Aids Make a Difference in Policy Making? In: PRINS, J. E. J. (Ed.). *Designing E-Government: On the Crossroads of Technological Innovation and Institutional Change*. The Hague, Netherlands: Kluwer Law International, 2001, p. 7-28.
- RAMIREZ, M. R. *Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados para Geoprocessamento*. 1994. 241f. Dissertação (Mestrado em Ciência em Engenharia de Sistemas de Computação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 1994.
- ROGGENKAMP, K. Development Modules to Unleash the Potential of Mobile Government: Developing mobile government applications from a user perspective. In: EUROPEAN CONFERENCE ON E-GOVERNMENT (ECEG), 4th, 2004, Dublin, Ireland. *Proceedings...*Dublin: ECEG, 2004.

SHI W. *et al.* A Proactive Approach for Mobile GIS. In: IEEE 2003 VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE Technology Conference, 58th, 2003, Orlando, Florida, USA. *Proceedings...* Orlando: IEEE Computer Society, 2003. v. 2, p.1000-1004.

SOUZA, J. M.; *et al.* Uma Arquitetura Organizacional para Sistemas de Informação Geográficas Orientadas a Objetos. In: CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, IV, 1993, Santiago, Chile. *Anais...* Santiago: Conferência Latinoamericana sobre Sistemas de Informação Geográfica, 1993.

TANEMBAUM, A. S. *Redes de computadores*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2003.

TRIPCEVICH, N. Flexibility by Design: How Mobile GIS Meets the Needs of Archaeological Survey. *Cartography and Geographic Information Science*, v. 31, n. 3, p. 137-151, 2004. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/acsm/cagis/2004/00000031/00000003>>. Acesso em: março de 2007.

TSOU M. Integrated Mobile GIS and Wireless Internet Map Servers for Environmental Monitoring and Management. *Cartography and Geography Information Science*, v. 31, n. 3, p. 153-165, 2004. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/acsm/cagis/2004/00000031/00000003>>. Acesso em: março de 2007.

WAP Forum, 2002: WAP 2.0 *Technical White Paper*. Disponível em: <<http://www.wapforum.org/what>>. Acesso em: novembro de 2006.

WAZLAWICK, R. S. *Análise e Projeto de Sistemas de Informação Orientados a Objetos*. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2004.

WIMMER, M.; KRENNER J. An Integrated Online One-Stop Government Platform: The eGov Project. In: INTERDISCIPLINARY INFORMATION MANAGEMENT TALKS, 9th, 2001, Linz, Slovenia. *Proceedings...* Linz: Schriftenreihe Informatik, Universitätsverlag Rudolf Trauner, 2001, p.329-337.

WORBOYS, M.F. *GIS: A computing Perspective*. London: Taylor and Francis, 1995.

WU, M. L. *et al.* Mobile Geographic Information Systems for Water Resource Protection. In: ASIAN CONFERENCE ON REMOTE SENSING, 23rd, 2002, Katmandu, Nepal. *Proceedings...* Katmandu: ACRS, 2002, p.25-29.

XIAOQING, Z.; QINGQUAN, L. The Deliver and Visualization of Geospatial Information in Mobile GIS. In: WIRELESS COMMUNICATIONS, NETWORKING AND MOBILE COMPUTING CONFERENCE, 1st, 2005, Wuhan, China. *Proceedings...* Wuhan: IEEE, 2005, v. 2, p. 1348-1351.

ZWEERS, K.; PLANQUÉ K. Electronic Government: From an Organizational Based Perspective Towards a Client Oriented Approach. In: PRINS, J. E. J. (Ed.). Designing E-Government: On the Crossroads of Technological Innovation and Institutional Change. The Hague, Netherlands: Kluwer Law International, 2001, p.91-120.