

UM MODELO PARA SERVIÇOS BASEADOS EM LOCALIZAÇÃO

Cleber Pereira de Oliveira

Dissertação a ser submetida ao corpo docente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia da Computação – Área de Concentração Geomática.

Orientador: Oscar Luiz de Monteiro Farias

Co-orientador: João Araújo Ribeiro

Programa de Pós Graduação em Engenharia da Computação – Área de Concentração Geomática

Rio de Janeiro

Março – 2003

FOLHA DE JULGAMENTO

Título: Um Modelo para Serviços Baseados em Localização

Candidato: Cleber Pereira de Oliveira

Programa: Programa de Pós Graduação em Engenharia da Computação – Área de Concentração Geomática

Data da defesa: 13 de março de 2003

Aprovada por: Oscar Luiz Monteiro de Farias

Orientador: Oscar Luiz Monteiro de Farias, Dr, UERJ.

Co-orientador: João Araújo Ribeiro, Dr, UERJ.

Asterio Kiyoshi Tanaka, Dr, UNIRIO.

Margareth Simões Penello Meirelles, Dr, UERJ.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os amigos do mestrado pelo companheirismo e auxílio prestado nos momentos de maior dificuldade e pela imprescindível confiança que depositaram em mim desde o início do curso.

Agradeço a todos os familiares e amigos que souberam compreender a minha ausência em suas vidas nos momentos em que o trabalho de elaboração da dissertação se tornou mais árduo.

E, finalmente, agradeço a Deus que tem me provido de toda a instrumentação necessária para a minha vida, sem nunca ter se ausentado dela.

EPIGRAFE

“(...) Sondagens e pesquisas, indagações e análises são velhos trabalhos da curiosidade humana. (...)” [95].

RESUMO

Resumo da Dissertação apresentada à FEN/UERJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

TÍTULO: UM MODELO PARA SERVIÇOS BASEADOS EM LOCALIZAÇÃO

Autor: Cleber Pereira de Oliveira

Mês/Ano: Março/2003

Orientador: Oscar Luiz de Monteiro Farias

Co-orientador: João Araújo Ribeiro

Programa de Pós Graduação em Engenharia da Computação – Área de Concentração Geomática

Novas tecnologias em Sistemas de Comunicação Móveis, Sistemas de Posicionamento e Computadores Móveis estão dando origem a uma nova categoria de serviços, os Serviços Baseados em Localização (SBLs). Neste tipo de serviço os usuários recebem de modo automático e dinâmico, em função de sua posição no espaço, informações relacionadas a determinados serviços. Esta dissertação propõe um Modelo Orientado a Objetos, que pode ser pensado como uma ontologia para as diversas aplicações de SBL. Esta classe de aplicação ou serviço inclui: Veiculação de Notícias, Sistemas de Navegação, Sistemas de Tráfego, Serviços de Emergência, Rastreamento de Carga, Aplicações Militares, etc. O Modelo proposto procura seguir estritamente as recomendações do *Open GIS Consortium*, de forma a incorporar os padrões existentes em GIS e de forma a facilitar a disseminação e uso dos SBLs.

Palavras-chaves: Serviço Baseado em Localização (SBL), Ontologia para Serviços Baseados em Localização, Servidor de Mapas *Web*, Tecnologias de Localização, Sistemas de Comunicação Móveis, Integração de Sistemas.

ABSTRACT

Abstract of Dissertation presented to FEN/UERJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

NAME: A MODEL TO LOCATION BASED SERVICES

Author: Cleber Pereira de Oliveira

Month/Year March/2003

Advisor: Oscar Luiz de Monteiro Farias

Co-advisor: João Araújo Ribeiro

Programa de Pós Graduação em Engenharia da Computação – Área de Concentração Geomática

New technologies in Mobile Communications Systems, Positioning Systems and Mobile Computers gave rise to a new class of services, the Location Based Services (LBSs). In this kind of services, users receive, in an automatic and dynamic fashion, according to their position in space, information related to specific services. This thesis proposes an Object Oriented Model, that could be thought as a ontology for every kind of application based on Location Based Services. These category of application or service includes: News, Navigation Systems, Traffic Systems, Emergency Services, Tracking Freight, Military Applications, etc. The proposed Model adheres strictly to the *Open GIS Consortium* recommendations and specifications, in order to incorporate the GIS standards and to boost the dissemination and use of LBSs.

Keywords: Location Based Services (LBSs), An Ontology for Location Based Services, Web Map Services, Location Technologies, Mobile Communication Systems, System Integration.

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Epígrafe	ii
Resumo.....	iii
Abstract	iv
Sumário	v
Índice de ilustrações e tabela	vii
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	x
1 Introdução e objetivos.....	1
1.1 Objetivos	5
1.2 Motivações	8
1.3 Estrutura da dissertação	10
2 Modelagem e Padrões Existentes	11
2.1 A Orientação a Objetos e UML	13
2.2 As Especificações do Open GIS	17
2.2.1 A Especificação de Interface WMS do Open GIS [60]	18
2.2.2 GML (Geography Markup Language).....	24
3 SBL e suas Tecnologias	26
3.1 Aplicações SBLs	28
3.1.1 Fatores de impulsionamento	30
3.2 Sistema de Localização.....	31
3.2.1 Baseado no Aparelho (GPS)	33
3.2.2 Sistemas de Localização Baseado em Rede	35
3.2.3 Método Híbrido.....	40
3.3 Provedor de Informações	42
3.4 Cliente Móvel	42
3.4.1 A Mobilidade do Usuário	43
3.4.2 Características dos <i>Handhelds</i>	44
3.4.3 Características dos Celulares	46
3.5 Desenvolvimento de Aplicações.....	48
3.5.1 Application Programming Interface (API) e Protocolos	52
3.6 Comunicações sem Fio	54
3.7 Possíveis Estratégias de Implantação	55
4 Um Modelo Orientado a Objetos para SBL.....	57
4.1 Descrição do Mini-Mundo.....	57
4.2 Análise de Requisitos.....	60
4.2.1 Atores.....	60
4.2.2 Casos de Uso.....	62
4.2.3 Diagramas de Atividades	72
4.3 Visão Lógica	74

4.3.1	Pacotes e Classes	75
4.3.2	Diagramas de Colaboração	97
4.3.3	Diagrama de Implantação	100
4.4	Considerações Finais	101
5	Discussão e Trabalhos Relacionados	102
5.1	Discussão sobre o tema	102
5.2	Principais Contribuições	104
5.3	Sugestões para Trabalhos Futuros	105
	Glossário	107
	Empresas e Marcas Registradas	116
	Bibliografia	117
	APÊNDICE	123
	Apêndice A – Dicionário de Dados	123

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES E TABELA

Figura 1 – Mapa de Catal Hoyuk desenhado em uma parede.	1
Figura 2 – Mapa de Catal Hoyuk redesenhado	2
Figura 3 – Hospitais ($H_{1,2,3,4}$) próximos à localização de uma Pessoa (P_L)	4
Figura 4 – Representação de uma classe	14
Figura 5 - Objeto	14
Figura 6 – Relacionamento e Cardinalidade.....	14
Figura 7 – Associação Recursiva.....	15
Figura 8 – Hierarquia de herança representando a generalização.....	15
Figura 9 – Agregação.....	16
Figura 10 – Composição	16
Figura 11 – Pacotes.....	16
Figura 12 – Caso de Uso.....	17
Figura 13 – Diagrama de Colaboração	17
Figura 14 – Clientes WMS	23
Figura 15 – Componentes de um SBL.....	27
Figura 16 – Órbita dos satélites GPS	33
Figura 17 – Cálculo da Posição	35
Figura 18 – Posicionamento baseado na identificação da célula.....	37
Figura 19 – Arquitetura TDoA	38
Figura 20 – Cálculo da posição em TDoA	39

Figura 21 – Arquitetura AoA.....	40
Figura 22 – Cálculo da posição por AoA	40
Figura 23 – E-OTD	41
Tabela 1 – Configuração típica dos telefones celulares.....	47
Figura 24 – Provedores de Informação e a área de influência de seus objetos.....	59
Figura 25 – Funções para um Cliente Comum	64
Figura 26 – Funções para Navegação	65
Figura 27 – Funcionário em Campo	66
Figura 28 – Ordens de Serviço	67
Figura 29 – Funções para a Geração de Anúncios.....	68
Figura 30 – Os Chamados de Emergência.....	70
Figura 31 – Transações	71
Figura 32 – Logística	72
Figura 33 – Diagrama de Atividades SBL Sob Demanda	73
Figura 34 – Diagrama de Atividades de um SBL Baseado em Eventos.....	74
Figura 35 – Pacotes representando os componentes de um SBL	75
Figura 36 – <i>Schema Geometry</i> [62]	77
Figura 37 – Propriedade geométrica como instância de uma associação de classe [62]	78
Figura 38 – <i>Schema Feature</i> [62]	79
Figura 39 – Layer como subclasse de <i>AbstractFeatureCollection</i>	80
Figura 40 – Layer.....	80
Figura 41 – Layer, SRE e Retângulo Envolvente.....	81

Figura 42 – Mapa como conjunto de Layers	82
Figura 43 - Mapa.....	82
Figura 44 – Informação Georreferenciável.....	84
Figura 45 – Objeto Espacial.....	85
Figura 46 – <i>Web Map Service</i>	87
Figura 47 – Serviços de Mapeamento Adicionais	89
Figura 48 – Provedor de Informações.....	91
Figura 49 – Rede de comunicação do usuário	92
Figura 50 – Usuário Móvel	93
Figura 51 – Servidor de Coordenadas.....	95
Figura 52 – Métodos de Localização	96
Figura 53 – Gerenciador de Eventos.....	97
Figura 54 – SBL Sob Demanda	98
Figura 55 – SBL Orientado por Eventos	99
Figura 56 – Diagrama de Implantação de um SBL.....	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2,5 G – Segunda Geração e meia de Telefonia Celular.	pg. 46
3 G – Terceira Geração de Telefonia Celular.	pg. 46
<i>ADSL</i> – <i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>	pg. 55
<i>AMPS</i> – <i>Advanced Mobile Phone System</i>	pg. 55
<i>AoA</i> – <i>Angle of Arrival</i> .	pg. 32
<i>API</i> – <i>Application Programming Interface</i>	pg. 53
<i>ASP</i> – <i>Active Server Pages</i>	pg. 51
<i>B2C</i> - <i>Business to Consumer</i>	pg.69
BD – Banco de Dados	pg. 2
bps - Bits por segundo.	pg. 48
BTS – <i>Base Transceiver Station</i>	pg. 36
<i>CAD</i> – <i>Computer Aided Designer</i> .	pg. 1
<i>CDMA</i> – <i>Code Division Multiple Access</i> .	pg. 51
<i>CRM</i> – <i>Customer Relationship Management</i>	pg. 31
<i>EDP</i> – Equipamento Determinante da Posição	pg. 36
<i>ERB</i> – Estações Rádio Base	pg. 36
<i>FCC</i> – <i>Federal Communications Commission's</i>	pg. 10
<i>GIF</i> – <i>Graphics Interchange Format</i>	pg. 21
<i>GIS</i> – <i>Geographic Information System</i>	pg. 2
<i>GML</i> – <i>Geographic Markup Language</i>	pg. 7

<i>GPS</i> – <i>Global Positioning System</i>	pg. 3
<i>GSM</i> – <i>Global System for Mobile Communications</i>	pg. 41
<i>HTML</i> – <i>Hypertext Markup Language</i>	pg. 51
<i>HTTP</i> – <i>Hypertext Transfer Protocol</i>	pg. 54
<i>JPEG</i> – <i>Joint Photographic Expert Group</i>	pg. 21
<i>LBS</i> – <i>Location Based Services.</i>	pg. 4
<i>LSB</i> – <i>Location Sensitive Biling.</i>	pg. 29
<i>MMS</i> – <i>Multimedia Message Service.</i>	pg. 46
<i>MPC</i> — <i>Mobile Positioning Center.</i>	pg. 89
<i>NMEA</i> – <i>National Marine Electronics Association</i>	pg. 11
<i>NSDI</i> – <i>National Spatial Data Infrastructure.</i>	pg. 11
<i>OO</i> - <i>Object Oriented.</i>	pg. 11
<i>PDA</i> – <i>Personal Digital Assistant.</i>	pg. 45
<i>PIM</i> – <i>Personal Information Manager.</i>	pg. 45
<i>PNG</i> – <i>Portable Network Graphic.</i>	pg. 21
<i>PPME</i> – <i>Profile Matching.</i>	pg. 66
<i>PSAP</i> — <i>Public Safety Answering Point.</i>	pg. 30
<i>SAIF</i> – <i>Spatial Archive and Interchange Format.</i>	pg. 11
<i>SDTS</i> – <i>Spatial Data Transfer Standard.</i>	pg. 11
<i>SMS</i> – <i>Short Messaging Service</i>	pg. 46
<i>TDMA</i> – <i>Time Division Multiple Access</i>	pg. 48

<i>TDoA</i> – <i>Time Difference Of Arrival</i>	pg. 32
<i>UML</i> – <i>Unified Modeling Language</i>	pg. 7
<i>URL</i> – <i>Uniform Resource Locator</i>	pg. 5
<i>WAP</i> - <i>Wireless Application Protocol</i>	pg. 46
<i>WMS</i> – <i>Web Map Service</i>	pg. 8
<i>XML</i> - <i>eXtensible Markup Language</i>	pg. 21

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Os primeiros mapas foram elaborados principalmente para descrever acidentes naturais como rios, lagos, caminhos, etc. O mapa mais antigo até hoje descoberto foi encontrado durante uma escavação feita em 1963 por James Mellaart em Ankara, Turquia, no sítio arqueológico de Catal Hoyuk. O mapa descreve provavelmente, a própria cidade de Catal Hoyuk (Figuras 1 e 2). Ele apresenta a estrutura urbana da cidade com cerca de 80 construções e características geográficas, como um vulcão em erupção nas proximidades da cidade. Testes com carbono determinaram que este mapa, medindo cerca de 2,70 m, pintado na parede de uma caverna, data de 6.297 a.C [29]. Rosa [70], ressalta que a maioria dos povos desenvolveu habilidades para traçar mapas, antes mesmo de desenvolver a capacidade de escrita.

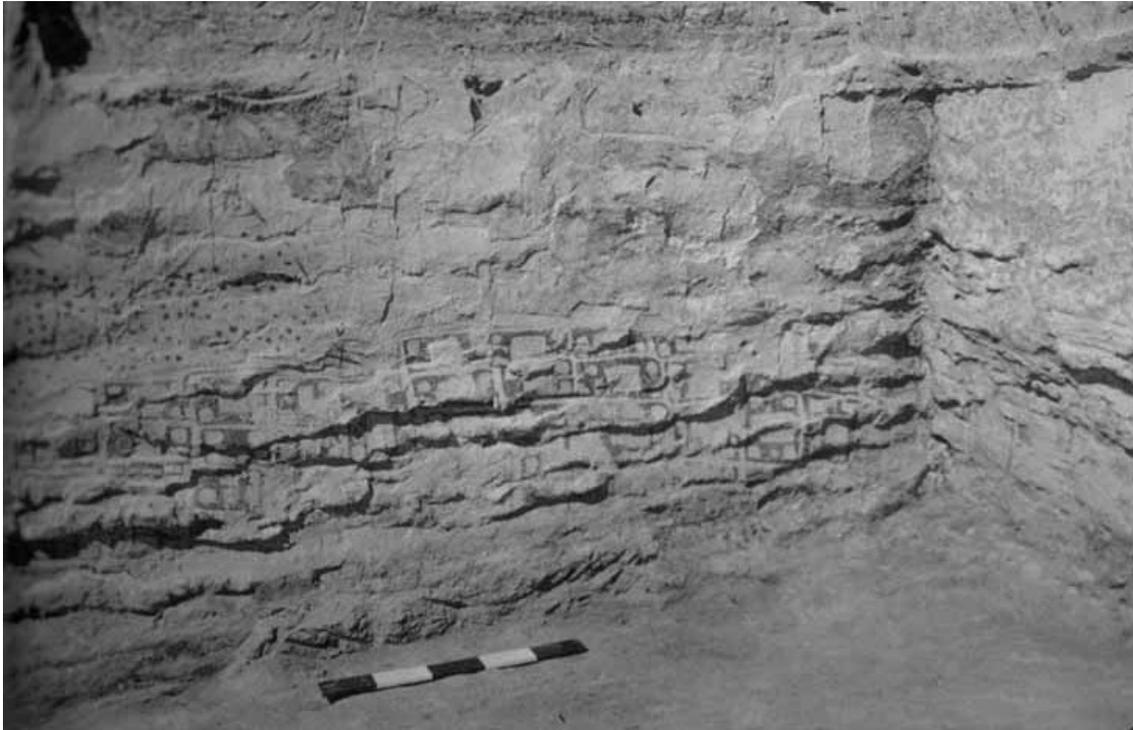


Figura 1 – Mapa de Catal Hoyuk desenhado em uma parede.

O nome “mapa” é de origem cartaginesa, devido ao fato de que os navegadores de Cartago utilizavam as toalhas de mesa (*mappas*) para traçar suas rotas [57]. Desde os primeiros mapas até a atualidade, a cartografia e suas técnicas de medição e representação da superfície da terra evoluíram muito. Um dos grandes auxílios na produção de mapas foram os programas de computador denominados CAD (*Computer Aided Design*), que foram aos

poucos possibilitando o desenvolvimento de versões digitais para os mapas, antes só existentes em papel. O objetivo deste tipo de programa era melhorar a precisão de desenho e automatizar o seu processo.

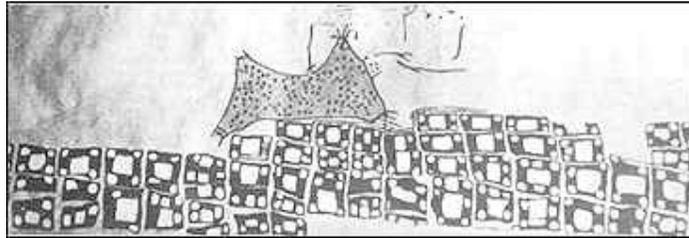


Figura 2 – Mapa de Catal Hoyuk redesenhado

Estes mapas, ainda que disponíveis em formato digital, tinham sua finalidade ainda restrita à impressão de cópias em papel. No entanto, os mapas, agora em formato digital, poderiam ser processados pelos computadores para automatizar processos de análise de fenômenos espaciais, ou seja, fenômenos relacionados a regiões do espaço. Houve, então, a junção dos mapas aos Bancos de Dados (BD), e começaram a surgir rotinas computacionais para analisar estes mapas, bem como os dados sobre os elementos geográficos presentes nele. Diante deste potencial de análise, surgiu a necessidade de criação de um conjunto de procedimentos ou ferramentas computacionais capaz de coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real, responder a consultas sobre estes elementos, e, resolver problemas ou formulações que ofereçam suporte à tomada de decisões (Aronoff, 1989; Burrough, 1986; Cowen, 1988; Smith et al. 1987 *apud* [32]). Este ambiente foi denominado *Geographic Information System* (GIS) ou como é conhecido no Brasil Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Os, assim denominados, mapas de navegação auxiliam os usuários a se localizarem, encontrarem lugares e estabelecerem rotas entre o local onde se encontram e o local de destino. Os primeiros mapas de navegação se restringiam à representação de alguns poucos elementos, como ilhas, regiões costeiras, rotas, etc., que são elementos cuja posição, quantidade e variedade de tipos praticamente não se altera ao longo dos anos. Hoje, no entanto, a relação do homem com o ambiente em que vive não depende mais tanto dos acidentes geográficos, mas de outros elementos do terreno que são constantemente modificados pela ação antrópica. Assim, um bom mapa deve refletir a abertura e o fechamento de hospitais, restaurantes, caixas eletrônicas, mudança de direção de ruas, etc., e a

solução para representar este dinamismo do espaço geográfico seria a reedição constante de mapas de modo a refletir as alterações no terreno, e demais elementos geográficos.

Os objetos geográficos com os quais as pessoas e organizações da sociedade atual se relacionam não somente apresentam mais dinamismo que os acidentes geográficos como também apresentam uma variedade muito maior. Atualmente existe um número muito maior de tipos de elementos influenciando a vida do ser humano e as pessoas têm necessidades muito diferenciadas umas em relação às outras. As características de um mapa, para que ele seja útil para alguém, dependerá, não somente do perfil desta pessoa (e.g. executivo, turista), como também da situação em que ela se encontra. Por exemplo, um executivo em uma viagem de negócios pode estar interessado em encontrar um restaurante italiano mais próximo; um turista, os pontos turísticos; um acidentado, o hospital ou Pronto Socorro; etc. Representar tudo isto em papel é uma tarefa quase impossível, pois um único mapa criado com a finalidade de atender à maioria das situações deveria contemplar uma quantidade muito grande de elementos, o que prejudicaria a clareza de apresentação gráfica do mesmo. Por sua vez, a impressão de mapas personalizados para cada situação não seria comercialmente viável.

Tome-se como exemplo, o caso de uma pessoa que acabou de sofrer um acidente de trânsito. Naquele instante aquela pessoa precisaria ser atendida pelo hospital mais próximo ao local do acidente. Para isto é necessário um mapa, em que conste as localizações dos hospitais e, adicionalmente, o número do telefone dos hospitais, para verificar qual deles realiza atendimentos de emergência. O hospital mais próximo seria selecionado evitando-se deslocamentos e perda de tempo desnecessários, que poderiam ser fatais (Figura 3). Antigamente, um navegador utilizaria bússolas, e a posição em relação às estrelas para definir a sua posição no mapa e se orientar rumo ao seu destino. Na situação do acidentado, ter-se-ia também a necessidade de um mapa e de se saber qual é a sua posição em relação ao mesmo. Para se determinar a posição pode-se relacionar o endereço do local do acidente ou, então, obter-se a sua posição por um aparelho como o GPS (*Global Positioning System*), ou, ainda, pela triangulação de sinais de rádio, como acontece com o cálculo da posição de telefones pela rede celular.

Os exemplos anteriores evidenciam quão importante são as informações espaciais em um processo de tomada de decisão. Um serviço de informação capaz de detectar a posição atual ou planejada de um usuário e fornecer a ele somente informações relacionadas a esta(s)

posição(ões) pode ser considerado um *Serviço Baseado em Localização* (SBL) ou *Location Based Services* (LBS). Desta forma, um SBL compreende um conjunto de *software* e *hardware* que habilita dispositivos a explorar sua localização ou mobilidade, ou a localização e mobilidade de outros dispositivos em tempo real [45]. Nesta categoria de serviços, provedores de informação distribuem a clientes, baseando-se no perfil e posição geográfica dos mesmos, informações sobre objetos do mundo real que estejam próximos a eles, utilizando a Internet e uma rede de telecomunicação (e.g. rede celular). Fazem parte desta classe de aplicações ou serviços: sistemas de navegação, serviços de emergência, sistemas de tráfego, notícias, etc.

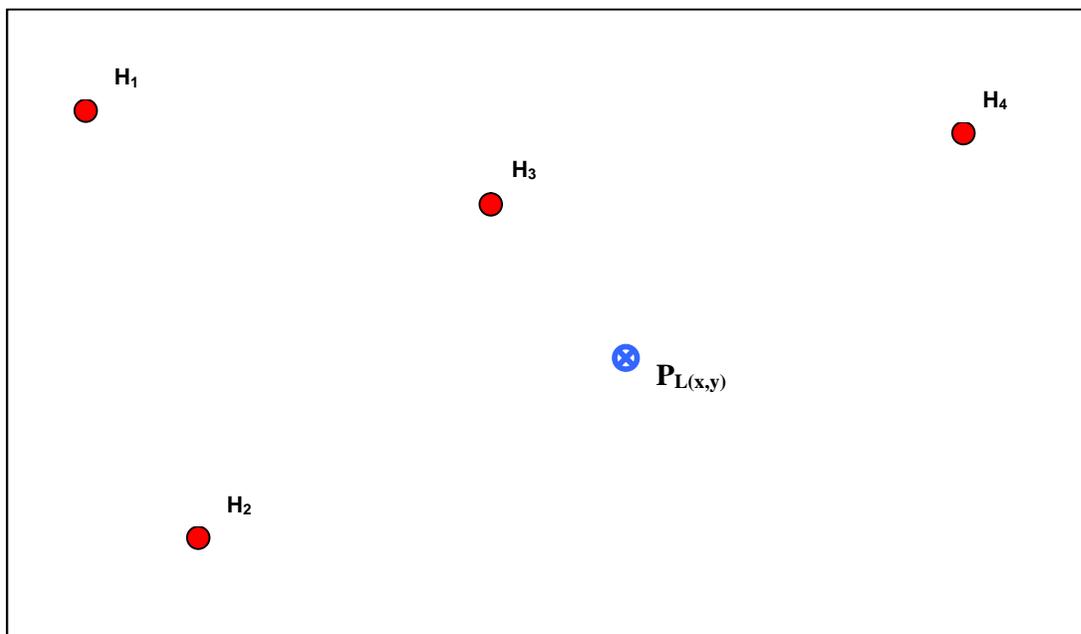


Figura 3 – Hospitais ($H_{1,2,3,4}$) próximos à localização de uma Pessoa (P_L)

Telefones, endereços e outras informações descritivas sobre os serviços oferecidos por objetos geográficos como os mencionados nos exemplos anteriores e sobre vários outros, são disponibilizados na Internet por empresas conhecidas como Provedores de Informação. O acesso a mapas e a sua disseminação em larga escala vem sendo realizada por grandes portais da Internet, através de seus Servidores de Mapas¹, que são componentes que geram mapas, realizam consultas espaciais e entregam mapas a clientes pela Internet [37].

¹ O Servidor de Mapas pode ser considerado também um Provedor de Informações, só que, neste caso, são informações espaciais (mapas) é que serão fornecidas.

Servidores de Mapas fornecem mapas a um usuário em função da posição em que ele se encontra ou de seu destino. As informações são requisitadas da forma tradicional, mediante o fornecimento de uma *Uniform Resource Locator* (URL) específica, e, eventualmente, alguma informação adicional, como a sua posição e o que deseja encontrar nas proximidades deste endereço (ex. fornecedores de determinado serviço). O servidor responde com um mapa contendo a posição do usuário e a localização e uma breve descrição dos estabelecimentos encontrados. Alguns consideram este serviço um SBL, embora ele não seja capaz de explorar automaticamente a mobilidade do usuário.

Esta dissertação tem como foco os serviços baseados na informação de posição de dispositivos móveis (celulares, *handhelds*, etc), provida automaticamente por alguma tecnologia de posicionamento, que seja capaz de disponibilizá-la diretamente ao SBL, à medida que estes dispositivos se movimentam. Os usuários sinalizariam ao SBL, em algum momento, sua predisposição em receber determinada classe de informações, o que se denomina o “Perfil do Usuário”, que ficaria armazenado para ser utilizado em futuras requisições. Assim, de acordo com o seu perfil e em função de sua posição geográfica, o usuário receberia determinadas informações, evidenciando um verdadeiro Serviço Baseado em Localização.

Esta dissertação prevê também que a informação pode não estar em um único servidor, sendo necessário ao SBL a capacidade de buscar informações, como textos e mapas, em mais de um provedor. Este é um fator muito importante para que este tipo de serviço venha a se popularizar, pois o alto custo de obtenção de bases cartográficas poderia, em alguns casos, inviabilizar a implantação de SBLs. A interoperabilidade possibilitará que os dados espaciais sejam utilizados por um número maior de pessoas, o que levará a uma redução de preços. A economia de escala propiciada por novos sistemas de distribuição e venda de bases cartográficas pela Internet também será responsável pela diminuição gradativa do custo de implantação dos SBLs.

1.1 OBJETIVOS

Vários padrões estão sendo criados para o intercâmbio de dados e até mesmo de lógica de aplicações entre sistemas de informação. Estes padrões permitirão que provedores de informações ou de aplicações possam disponibilizar (vender, alugar, ceder, etc) conhecimentos referentes à sua área de negócio, compartilhando-os com outras empresas, ou

com vários tipos de usuários finais. Como consequência da maior facilidade de intercâmbio, o sincronismo entre vários tipos de sistemas de informação será mais rápido, tornando as atualizações de seus dados bem próximos de o serem em tempo-real. Assim, as pessoas poderão ter a informação certa, no local certo e na hora certa, disponibilizada para quaisquer dispositivos, e, a partir deles, poderão tomar decisões efetivas e ações imediatas em relação aos fatos que estão ocorrendo.

O perfil do usuário, sua posição e situação atual, serão utilizados pelo SBL como parâmetros para recuperar apenas informações relevantes a ele de diversos provedores e disponibilizá-las em um dispositivo móvel. Isto demanda uma infra-estrutura tecnológica composta de vários módulos que deverão interagir, trocando informações entre si. Estas interações podem ser implementadas seguindo o modelo cliente-servidor, em que cada serviço é uma computação realizada por uma entidade em um lado de uma interface (o servidor) em resposta a uma requisição feita por uma entidade do outro lado da interface (o cliente) [79]. Assim, a utilização de um modelo aderente a padrões abertos de interoperabilidade torna-se um fator crítico, quando se deseja implementar serviços cujo domínio do problema ultrapassa os limites de atuação de uma única empresa, como é o caso dos SBLs.

Como fazem parte da operação de um SBL, os métodos de localização de dispositivos móveis e as implicações em relação à privacidade da informação de posição do usuário serão analisados. Serão analisados também os recursos em termos de *hardware* e *software* dos dispositivos móveis, os meios de conexão disponíveis, as técnicas de processamento de informação espacial presentes nos módulos de um SBL e as principais operações necessárias para se disponibilizar um Serviço Baseado em Localização. Em resumo, serão analisadas as tecnologias e conceitos relativos a SBLs e a arquitetura SBL, analisando também, como ele pode ser utilizado por empresas ou no cotidiano das pessoas.

A integração de informações provenientes de diversas fontes depende de padrões de intercâmbio, mas, apesar de existirem padrões, o limite entre as várias especificações e o relacionamento existente entre elas não é claro. Ao mesmo tempo, compatibilizá-las com as tecnologias disponíveis pode se tornar uma tarefa árdua. Portanto, o objetivo desta dissertação será analisar a tecnologia necessária para que seja implementado um SBL para dispositivos móveis, propondo uma hierarquia de classes e suas operações, constituindo um *Framework* composto de módulos aderentes, sempre que possível, a padrões de intercâmbio de dados

como os do Open GIS². A tecnologia utilizada para prestar um Serviço Baseado em Localização será modelada utilizando a Orientação a Objetos e aderente aos padrões existentes. É esperado que seja possível implementar qualquer tipo de SBL a partir do modelo apresentado, sendo necessário, apenas, em alguns casos, realizar a especialização de classes do modelo proposto, pois o mesmo denotará o caso mais geral com as principais operações realizadas por um SBL. Classes poderão ser derivadas a partir das que serão apresentadas com a finalidade de abranger soluções específicas. As empresas poderão se beneficiar desta nova tecnologia, utilizando-a para expedir serviços como os de cadastro, manutenção, monitoramento e logística aos seus funcionários de forma dinâmica, em função da posição dos mesmos.

O processo de modelagem utilizará a notação da *Unified Modeling Language* (UML) e será guiado por especificações disponibilizadas pelo Open GIS. Os componentes que fazem parte das especificações do Open GIS são apresentados, basicamente, por meio de dois tipos de especificações: especificações abstratas e de implementação. As especificações de implementação são especificações de interface utilizadas por desenvolvedores de *software* de forma a possibilitar que *softwares* aderentes a um dado padrão estejam aptos a se comunicarem. As especificações abstratas fornecem uma definição conceitual de nível mais alto, explicando como os objetos do mundo real funcionam e seu relacionamento com uma aplicação de software e, deveriam apresentar também um diagrama de classes que sintetizasse o conhecimento sobre estes objetos, identificando as classes, subclasses, seus relacionamentos e especificar, ainda que de forma abstrata, as interfaces que deverão ser implementadas.

No entanto, não existem diagramas de classes para uma grande parte das especificações e o próprio Open GIS encoraja a construção de gráficos estruturados como os diagramas de classes para a representação do esquema conceitual. As especificações que contam com um diagrama de classes ainda se restringem, de certa forma, às classes relacionadas às feições, como é o caso da especificação *Geographic Markup Language* (GML) [62], que apresenta uma estrutura de classes já bem definida apenas para as classes relacionadas à: *Feature* e *Geometry*, e que será tomada como base para a construção do modelo. Todas as outras classes, operações e atributos necessários ao fornecimento de um SBL não possuem ainda definições de classes estabelecidas. Para estas, serão definidas

² Segundo David Schell, Presidente do Open GIS Consortium, a definição para Open GIS é: “Geoprocessamento Aberto e Interoperável” ou “A Habilidade para compartilhar geodados heterogêneos e recursos de geoprocessamento transparentemente em um ambiente de rede”.

hierarquias de classes aderentes às definições encontradas nas especificações abstratas e de implementação, conforme encorajado pelo Open GIS.

Resumindo, nesta dissertação, a partir da análise das tecnologias constituintes de um SBL, será apresentado um modelo Orientado a Objetos para a oferta de SBL em dispositivos móveis, que incorpore a especificação de Implementação de Interface *Web Map Service* (WMS) do Open GIS [60]. Sendo que as técnicas de Modelagem de Objetos auxiliarão no desenvolvimento de um modelo que compartilhe e integre dados de diversas fontes [37] e que seja aderente aos padrões Open GIS.

1.2 MOTIVAÇÕES

Diversas áreas da tecnologia evoluíram bastante nos últimos anos: a expansão das redes sem fio, através da implantação de novos serviços de telecomunicações; o aumento da capacidade de dispositivos portáteis, como computadores de mão e celulares; a popularização e o amadurecimento de tecnologias de localização (e.g. GPS); uma maior disponibilidade de mapas digitais; e, finalmente, o amadurecimento de padrões de interoperabilidade em SIG e outras aplicações. Toda esta evolução permite o desenvolvimento de serviços que sejam dependentes da posição em que o usuário se encontra, seu perfil e necessidades momentâneas, ou seja, permite o desenvolvimento de serviços situacionais. Este tipo de serviço só pode ser realizado mediante o concurso de diversas tecnologias e tipos de informação, os quais têm origens diferentes, via de regra. Este tipo de serviço não pode depender da ação humana em cada uma de suas etapas, sendo assim, os próprios computadores deverão ter a capacidade para trocar, gerar e formatar as informações de diversas fontes antes de entregá-las aos usuários finais. Estas capacidades ainda não foram bem exploradas, não havendo ainda, diretrizes claras sobre como implementar serviços deste tipo, o que deverá ser explorado nesta dissertação.

O mercado para SBL é bastante promissor, como se deduz dos estudos disponíveis para a área de telefonia móvel. Segundo a 3G Américas [1], o número de assinantes de serviços celulares em todo o mundo era de aproximadamente 942 milhões no final de 2001, com boas perspectivas de crescimento. Segundo o jornal O Globo online [55], estudos indicam que o número de aparelhos móveis com acesso à *web* deve ultrapassar um bilhão em todo o planeta no ano de 2003, e chegar a mais de dois bilhões em 2007. Dados reais, levantados pelo IBGE, mostram que, somente no Brasil são mais de 30 milhões de assinantes

e que, segundo o IDC (*International Data Corporation*), há uma perspectiva de elevação do mercado brasileiro de telefonia da ordem de 14% nos próximos cinco anos. Em outras palavras, o número de assinantes de celular no Brasil, de cerca de 30 milhões de pessoas, pode aumentar para 54 milhões em 2006. Estes números indicam um alto número de pessoas que estarão conectadas à rede mundial, utilizando o celular como meio de comunicação. Além do mais, o celular não serve apenas como meio físico de conexão. Ele está se tornando um verdadeiro computador portátil com funções e recursos que vão muito além de simples agenda, sendo possível o uso e desenvolvimento de um amplo leque de novas aplicações. Neste contexto, poderá surgir um ambiente globalizado de *e-business*, em que a vasta infraestrutura de serviços de informações e a estrutura de rede sem fio a nível mundial conectarão escritórios, veículos, telefones e dispositivos fixos ou móveis, formando uma grande rede de produtores, distribuidores, revendedores e consumidores de serviços de informação [78].

Oferecer a usuários móveis a capacidade de pesquisar, e utilizar informações já existentes em bases de dados não espaciais e relacioná-las a dados espaciais de diversos provedores de informação e de mapas aumenta o potencial de oferta de SBLs. Organizações que prestam serviços de emergência, segurança pessoal e patrimonial, monitoramento do transporte de cargas, etc. poderão utilizar o SBL sem ter que investir altos valores na aquisição de mapas digitais e de equipamentos para manipular estas informações. O aproveitamento das informações já existentes e sua utilização em outras aplicações podem se tornar muito mais fáceis, através da adoção de padrões de interface entre os componentes e as tecnologias utilizadas para se entregar um SBL, configurando assim, uma forma de interoperabilidade ou um mecanismo de troca de mensagens.

A influência que a localização exerce sobre a vida das pessoas é grande, pois é possível indicar a forma como elas se organizam e se relacionam com os elementos ao seu redor, a partir de seus movimentos. No entanto, segundo DiSera [20], apesar de existir um grande conjunto de dados espaciais ou espacialmente referidos, o SIG têm seu uso limitado, principalmente devido à incapacidade que as plataformas tecnológicas e os diversos fornecedores têm de interoperar. A interoperabilidade é a característica que um sistema possui de compartilhar e trocar informações e aplicações [8]. Quanto maior for a interoperabilidade mais fácil será a implementação de serviços com capacidade de acesso, visualização e integração de informações provenientes de diversas origens. Uma das formas para se atingir este objetivo é adotar padrões principalmente de comunicação entre os módulos, como protocolos ou interfaces de serviços. Mesmo que as tecnologias atualmente implementadas

não sejam aderentes a padrões, ainda assim é possível adotar padrões específicos para as interfaces de acesso e comunicação entre módulos. Desta forma, ainda que os módulos ou sistemas não sejam integrados, é possível que seus dados e lógicas de aplicações possam ser intercambiáveis através de troca de mensagens entre seus objetos.

Uma outra grande motivação foi a promulgação de um mandato do FCC (*Federal Communications Commission's*) que obrigou as operadoras de telefonia móvel dos Estados Unidos a prover às centrais de atendimento de emergência (E-911) a localização de aparelhos celulares que ligassem para o serviço de Emergência 911. As operadoras tiveram um alto custo para implantar uma infra-estrutura de localização e, agora, desejam obter o retorno sobre o investimento, o que abre as portas para o aproveitamento de todo um potencial tecnológico já disponível. Oferecer SBL é gerar retorno sobre o investimento já realizado em infra-estrutura de localização e, até mesmo de comunicação, pois, para ter acesso a este tipo de serviço os usuários teriam que pagar pelos dados transmitidos pela rede. A operadora poderia cobrar também pelo uso da informação de localização para seus clientes.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este primeiro capítulo apresentou a abrangência do tema da dissertação, as motivações responsáveis por sua escolha e uma descrição dos objetivos. O capítulo 2 apresentará alguns modelos e padrões existentes, os quais serão tomados como base para a investigação, destacando-se as especificações do Open GIS e o estado da arte em SBL. Os diversos componentes da tecnologia baseada em localização são apresentados no Capítulo 3, juntamente com as aplicações que poderão se beneficiar com o uso de tecnologias baseadas em localização. No Capítulo 4 propõe-se um *Framework* de objetos, que pode ser pensado como uma ontologia para todo tipo de SBL. Nele, uma hierarquia de classes aderente aos padrões do Open GIS será proposta. No capítulo 5 serão apresentados alguns trabalhos relacionados. Ao final são apresentadas as conclusões sobre o trabalho. Como elementos de apoio, tem-se uma lista de abreviaturas e siglas no início e, ao final, um glossário e um apêndice com o Dicionário de Dados referente às classes do modelo.

2 MODELAGEM E PADRÕES EXISTENTES

Uma das atividades mais importantes relacionadas ao desenvolvimento de sistemas é a representação da realidade do contexto em que ele se insere. Existem técnicas e metodologias tradicionais já bastante conhecidas para a modelagem de sistemas, dentre as quais as mais conhecidas são: o Modelo Entidade Relacionamento (MER) e o Modelo Orientado a Objetos (OO). No entanto, percebe-se que a realidade geográfica é um pouco mais complexa, envolvendo a modelagem dos aspectos espaciais dos dados e das aplicações geográficas. Borges [10] analisou e comparou os principais modelos para o ambiente SIG, analisando alguns que são Orientados a Objetos como: GMOD, GeoOOA, MADS, GeoOMT, Perceptory, UML-GeoFrame; e outros que são baseados nos Modelos Entidade Relacionamento: Modulo-R, GISER, Geo-ER. Em seu trabalho, Borges propõe uma extensão ao modelo OMT para utilização em aplicações geográficas, o Geo-OMT.

Todavia, a existência de muitos modelos não indica, necessariamente, a convergência para um padrão a ser seguido. Outrossim, denota um certo grau de dificuldade em direção à padronização. Alguns esforços de padronização como o SDTS (*Spatial Data Transfer Standard*) e o NSDI (*National Spatial Data Infrastructure*) nos EUA e o SAIF (*Spatial Archive and Interchange Format*) no Canadá, foram importantes na padronização de formatos de intercâmbio de dados em SIG. O *Open GIS Consortium* vem realizando um dos maiores esforços de padronização para ambientes SIG, abrangendo não somente formatos de arquivos e estruturas de dados, como uma hierarquia de classes para SIG, padronização de algoritmos de conversão de dados e padrões para o intercâmbio, tanto da lógica da aplicação, quanto dos dados. O *Open GIS* conta com o auxílio de instituições como o SDTS e o SAIF, além de receber contribuições das principais empresas do setor de informação geográfica.

O SBL, sendo um serviço dependente de outros serviços, não conta com especificações exclusivas. No entanto, existem já padronizações aplicáveis aos módulos de um SBL. Para o Servidor de Mapas existe a especificação WMS [60]; para a interface de recebimento de posições existem protocolos como o NMEA (*National Marine Electronics Association*) [54] para o GPS e o MLP (*Mobile Location Protocol*), que define um método para permitir que aplicações em ambiente Internet consultem a informação de localização em uma rede de telefonia móvel [44].

A maioria dos fabricantes de SIG, em particular empresas de SIG/CAD e levantamento de dados, está incluindo em suas plataformas, sistemas para dispositivos móveis. A Autodesk tem o *On Site Viewer*, que é um visualizador de desenhos CAD; a ESRI [24] lançou um sistema, que é um mini SIG com funções de navegação, suporte a GPS, cadastro, consultas e edições de dados em campo. Existem inúmeros outros fabricantes de *software* SIG que já lançaram produtos para *handhelds*, como a Mapinfo com o seu produto *MapXtreme* [46], e a Intergraph com o seu produto *Intelliwhere On Demand* [33]. No entanto, estas aplicações não funcionam como um SBL sendo uma extensão aos SIGs tradicionais para uso em campo para atividades como cadastro e coleta de dados. Estas aplicações foram projetadas para computadores de mão (ou de bolso) e são capazes de se comunicar com o GPS através do protocolo NMEA, porém não são projetados para utilizar a informação de posição proveniente da rede celular. Elas trabalham apenas com formatos de arquivos proprietários, que não são compatíveis com a GML [62]. A comunicação dos dispositivos móveis com o Servidor de Mapas não é realizada segundo o padrão WMS do Open GIS [60], porque cada *software* móvel foi projetado para se comunicar apenas com o Servidor de Mapas da mesma empresa que o elaborou.

A utilização da informação de posição para fornecer SBL ainda é pouco explorada mundialmente pelas operadoras de telefonia móvel. Algumas iniciativas de implementação surgiram na Europa, uma delas é um projeto de turismo entre as operadoras e entidades governamentais para prover informações turísticas aos usuários da rede de telefonia móvel [69]. O Japão está sendo o primeiro país do mundo a gerar receitas com a oferta de serviços SBL. Um serviço chamado Jnavi permite que usuários pesquisem estabelecimentos ou endereços num raio de 500 metros do local onde se encontram podendo receber um mapa colorido como resposta. Quando o serviço entrou em funcionamento era esperado que o Jnavi manipulasse cerca de 100.000 acessos por dia. Em meados de 2002, ele já tinha 2 milhões de acessos por dia, sendo que, destes, cerca de 50.000 usuários faziam *download* de mapas [91]. Este serviço é oferecido por uma única empresa que detém toda a tecnologia para o fornecimento do SBL incluindo tecnologias de posicionamento, bases de dados espaciais, provedor de informações e o próprio meio físico de conexão. Estes serviços foram elaborados sem a preocupação com a aderência aos padrões existentes, já que todos os módulos que constituem o SBL são internos à empresa. No entanto, restringiu-se a oferta aos serviços oferecidos por uma única empresa, ao invés da gama de informações e aplicações disponibilizadas na Internet.

2.1 A ORIENTAÇÃO A OBJETOS E UML

Será utilizada a técnica de Orientação a Objetos (OO) para modelar o SBL. A razão por preferir este método, em relação a outras técnicas de modelagem se deve, principalmente, a: facilidade de especificar o domínio do problema, refletindo melhor a realidade; os sistemas construídos a partir destes modelos são flexíveis a mudanças e oferecem a possibilidade de criar componentes reutilizáveis [3].

A notação utilizada para a representação gráfica do esquema será baseada na UML (*Universal Modelling Language*). A OMG [56] define a UML como uma linguagem para especificar, visualizar, construir, e documentar artefatos de sistemas de *software*, tão bem quanto modelar negócios ou outros sistemas. A UML representa uma coleção das melhores práticas já aprovadas com sucesso na modelagem de sistemas grandes e complexos.

Torna-se necessário, portanto, definir alguns conceitos básicos da técnica OO e da notação dos principais construtores gráficos usados na UML, como forma de padronizar o entendimento quanto ao tema. Serão utilizadas as definições encontradas em Borges [10], Barros [3] e OMG [56], relativas às principais construções de interesse para esta dissertação.

- (i) “Uma classe é um descritor para um conjunto de objetos com estrutura, comportamento, e relacionamentos similares. O modelo é concebido com a descrição da intensão da classe, que são as regras que a definem [56]. Uma classe de objetos descreve um conjunto de objetos com atributos comuns, o mesmo comportamento (operações) e a mesma semântica. As classes são representadas graficamente por retângulos divididos em três partes contendo o nome da classe na parte superior, a lista de atributos na parte do meio e a lista de operações na parte inferior (Figura 4)”.
- (ii) Um objeto é uma abstração que representa um elemento do universo de discurso da aplicação, que pode ser real, como uma pessoa, ou abstrato, como uma conferência (figura 5). Cada objeto possui uma identidade que o distingue pela sua própria existência e não pelas propriedades descritivas que ele possa ter. Um objeto é uma instância de uma determinada classe.
- (iii) Atributos são propriedades dos objetos da classe, podendo ser básicos ou derivados. Atributos derivados são calculados a partir de outros atributos. A apresentação dos atributos e operações é opcional em diagramas.

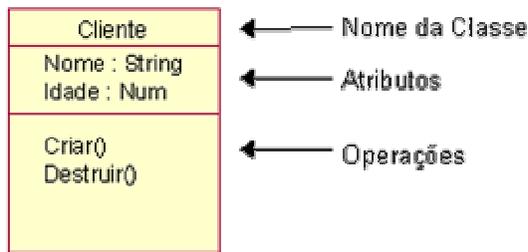


Figura 4 – Representação de uma classe

- (iv) Uma operação (ou método) é uma ação que pode ser aplicada a um objeto, isto é, uma função ou transformação sobre o objeto. Cada operação pode possuir uma lista de argumentos. Opcionalmente, as operações podem retornar um valor de um certo tipo de dado como resultado.

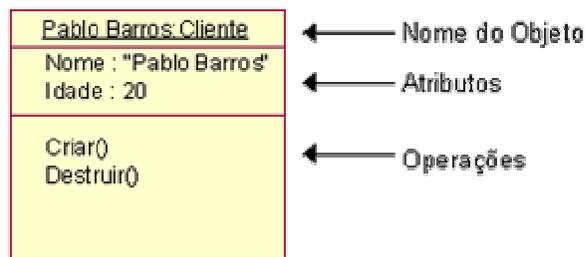


Figura 5 - Objeto

- (v) Classes relacionam-se ou associam-se. Relacionamento entre classes é feito através de associações. Assim como um objeto é uma instância de uma classe, a associação entre objetos é uma instância de uma associação entre classes denominada ligação. Cada associação é referenciada pelo seu nome. O número de classes participantes na associação define o seu grau. As associações podem ser unárias (grau 1), binárias (grau 2), ternárias (grau 3) ou de maior ordem [10]. Usam-se “papéis” em associações para qualificar a participação de cada classe relacionada. Eles são obrigatórios para associações onde uma classe participa mais de uma vez. Na figura 6 é apresentada uma associação binária cujo papel e nome de associação foram omitidos por serem óbvios. É apresentada também a cardinalidade, que define o número vezes que objetos podem participar de um relacionamento (* indica vários).



Figura 6 – Relacionamento e Cardinalidade

- (vi) Associação recursiva é quando uma classe se relaciona a ela mesma. Neste caso, a instância do relacionamento representa semanticamente a associação entre dois objetos, ambos pertencentes à mesma classe (figura 7).

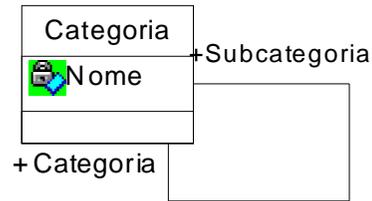


Figura 7 – Associação Recursiva.

- (vii) Uma generalização é um relacionamento entre classes que traduz uma hierarquia: uma ou mais classes generalizam-se em uma classe de nível mais alto. As classes de nível mais baixo são chamadas de subclasses e a classe de nível mais alto é chamada de superclasse. A herança é o mecanismo de compartilhamento de características utilizando o relacionamento de generalização. As subclasses herdam os atributos, operações, associações e agregações de sua superclasse. Cada subclasse pode acrescentar suas próprias características (figura 8). A rigor, não existe distinção entre generalização e especialização, já que se trata de dois diferentes pontos de vista do mesmo relacionamento. Na especialização as subclasses refinam ou especializam a superclasse. Cada generalização pode ter um discriminador associado, indicando qual propriedade está sendo abstraída pelo relacionamento de generalização.

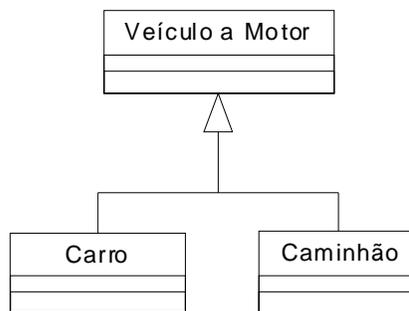


Figura 8 – Hierarquia de herança representando a generalização

- (viii) Existem dois tipos de associações em que a relação entre as classes é do tipo todo/parte. Os dois tipos possíveis de associação todo/parte são composição e agregação. A agregação é uma associação do tipo grupo/membros, cujos membros são semelhantes, isto é, costumam pertencer a uma mesma classe (figura 9). Na composição o todo é um objeto

composto que não existe sem os seus componentes e cada componente, geralmente de classes distintas, só pode fazer parte de um objeto composto a cada momento (figura 10).

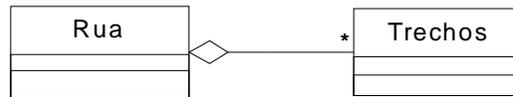


Figura 9 – Agregação

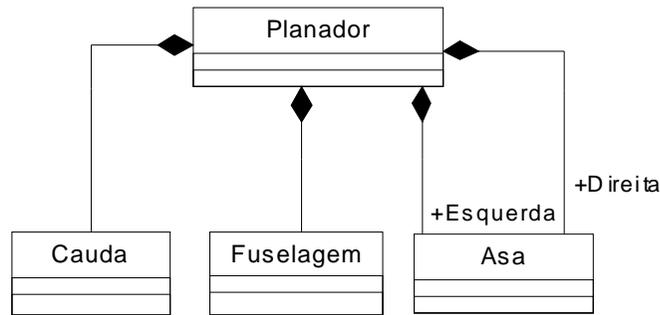


Figura 10 – Composição

- (ix) “Pacote é um mecanismo de agrupamento, onde diversos modelos de elementos podem ser agrupados. Em UML, um pacote é definido como: Um mecanismo de propósito geral para organizar elementos semanticamente relacionados em grupos. Todos os modelos de elementos que são ligados ou referenciados por um pacote são chamados de ‘Conteúdo do pacote’(figura 11)” [3].

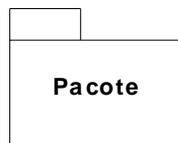


Figura 11 – Pacotes

- (x) Um outro tipo de construção que será utilizado é o diagrama de Caso de Uso, uma técnica usada para descrever e definir os requisitos funcionais do sistema. Ele é útil para definir cenários, cada cenário é uma instância de um Caso de Uso, ou de uma colaboração, mostrando o caminho específico de cada ação. O desenho semelhante ao de um boneco representa os atores e os círculos representam as funções (figura 12).

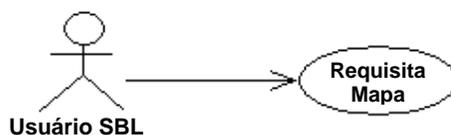


Figura 12 – Caso de Uso

- (xi) O diagrama de colaboração é útil para representar a interação entre os objetos de um sistema. Ele retrata as mensagens e os argumentos que os objetos enviam uns aos outros. Neste diagrama, os objetos aparecem como ‘caixas’ padrões da UML, cada uma delas, portando um nome de objeto que aparece sublinhado para enfatizar que se trata de instâncias. A seta entre os objetos representa a direção da mensagem com a ponta da seta apontando para o destinatário. A seta é etiquetada com o nome de uma operação do destinatário seguida pelos argumentos de entrada e saída da operação entre parênteses. Opcionalmente, pode-se identificar os argumentos de entrada precedendo-os com ‘in’ e os de saída com ‘out’. Existe uma linha entre o objeto destinatário e o de origem identificando que há um canal de comunicação entre eles. As mensagens podem ser precedidas por um número de ordem (figura 13).

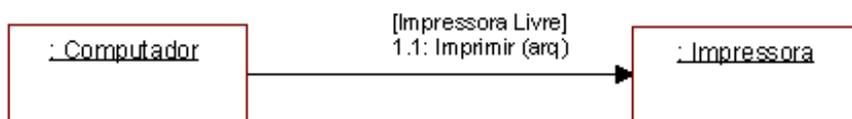


Figura 13 – Diagrama de Colaboração

2.2 AS ESPECIFICAÇÕES DO OPEN GIS

O Consórcio Open GIS é responsável por várias especificações relativas aos SIGs. Mckee [50] descreve-as como sendo especificações de interface de *software* que provêem uma sintaxe comum para requisições entre sistemas em um ambiente de computação geo-espacial distribuído. Elas são o fundamento para disseminar, em larga escala, o uso de mapas na Internet, através de adoção de padrões, de forma similar ao ocorrido para a expansão da própria Internet.

O modelo de dados proposto procurará ser aderente, principalmente, à especificação WMS (*Web Map Service*) [60] e GML (*Geography Markup Language*) [62] do Open GIS³. Estas especificações já completadas são de grande interesse para esta dissertação e são as seguintes:

- (i) “*Web Map Service*” especifica os protocolos de requisição e resposta para uma interação cliente/servidor aberta e baseada na Internet, com o objetivo de disponibilizar mapas. Ela trata da capacidade de acesso a dados em representação vetorial e matricial⁴, bem como capacidade de manipulação e visualização dos mesmos.
- (ii) *Geography Markup Language*, descreve a especificação de implementação de um modelo que abrange Feições Simples⁵. Estas descrevem os dados geográficos (e.g., ruas, limites de propriedade, divisores de água, bairros, etc.) em formato vetorial, através do uso de elementos como pontos, linhas, arcos e polígonos.

2.2.1 A ESPECIFICAÇÃO DE INTERFACE WMS DO OPEN GIS [60]⁶

A primeira questão que surge ao se tratar de um Servidor de Mapas diz respeito às funções ou serviços que ele disponibiliza. Dentre elas destacam-se: produzir um mapa (figura, série de elementos gráficos, ou pacote de dados de feições geográficas); responder a consultas básicas sobre o conteúdo do mapa e informar a outros programas quais mapas ele pode produzir e quais destes podem ser consultados. Um navegador padrão da Internet, ou qualquer outro tipo de aplicação cliente, pode solicitar a um Servidor de Mapas a realização destas operações submetendo requisições na forma de URL (*Uniform Resource Locator*)⁷. Para requisitar um mapa ou consultar o conteúdo do mesmo, o solicitante deverá informar quais informações deseja, a região a ser mapeada (retângulo envolvendo a área desejada), o Sistema de Referência Espacial (SRE) e informar outros parâmetros específicos como formato e tamanho da imagem a ser gerada pelo Servidor. A informação referente à porção da terra que será mapeada poderá ser calculada automaticamente em função da resolução do dispositivo

³ No decorrer do texto será utilizado o termo Servidor de Mapas quando em referência a qualquer Servidor capaz de entregar mapas e abreviadamente o termo WMS em referência a servidores de mapa compatíveis com a especificação disponível pelo Open GIS em [60].

⁴ Em geoprocessamento, matricial se refere a bancos de dados ou arquivos geográficos construídos a partir de ‘grade de células’ em uma matriz [63].

⁵ São feições em que as propriedades geométricas são restritas a geometrias simples para as quais coordenadas são definidas em duas dimensões e a delimitação de uma curva está sujeita a interpolação linear [62].

⁶ Sempre que possível manteve-se a aderência à padronização citada.

⁷ As URLs indicam a localização na Internet de um determinado recurso ou serviço.

móvel, de uma escala ótima para visualização do tipo de informação solicitada e a partir do posicionamento do usuário obtido por algum dos sistemas de localização que serão apresentados na seção 3.2. Depois disto, a localização do usuário será fornecida automaticamente para o serviço de mapas, quando o usuário requisitar um mapa ou realizar consultas básicas sobre o seu conteúdo.

Um WMS deve ter a capacidade de fornecer dados espaciais aos usuários e metadados, ou seja, informações gráficas ou textuais sobre o conteúdo, qualidade, condições, origens e características, relativas aos serviços disponibilizados; informações sobre a forma de interação cliente – WMS, para envio e recebimento de requisições; os formatos nos quais ele pode entregar as informações; e, suas capacidades de realização de operações espaciais. Um WMS fornece serviços basicamente por meio de três operações⁸[60]:

GetCapabilities: Para que um Servidor de Mapas possa estar em conformidade com o padrão WMS [60], a existência desta operação é obrigatória. É utilizada para obter uma descrição das informações contidas no WMS e dos parâmetros de requisições aceitáveis por ele. Os metadados fornecidos por qualquer WMS, devem ser interpretáveis pela máquina, no sentido de que define a estrutura dos dados e operações, bem como os seus valores de referência e devem ter conteúdo compatível com o entendimento dos serviços pelas pessoas que terão acesso às informações.

GetMap (também obrigatória): Obtém uma imagem referente a um mapa. Os parâmetros dimensionais e geo-espaciais relativos a ele devem ser bem definidos, ou seja, ao submeter uma requisição, um cliente WMS (aplicação) deve especificar a informação a ser mostrada no mapa (uma ou mais camadas), possivelmente os estilos de apresentação destas camadas, qual região será mapeada (definir um retângulo que envolva a região do mapa), o sistema de referência a ser utilizado, o formato de saída e o tamanho (altura e largura), e a transparência e a cor de fundo para o mapa.

GetFeatureInfo (opcional): Requisita informações sobre algum elemento exibido no mapa como rua, estabelecimento, cidade, etc. O usuário indica a posição e em qual camada do mapa o elemento se encontra e submete ao servidor uma requisição *GetFeatureInfo* que enviará como resposta informações sobre o elemento.

⁸ A preferência por não traduzir o nome das três operações básicas do Servidor de Mapas do Open GIS [58] se deve ao fato de que a tradução poderia prejudicar o conteúdo semântico.

A forma como estas solicitações são submetidas ao WMS é, em geral, normativa e foge ao escopo desta dissertação analisá-la. No entanto, no capítulo 4 será apresentado um diagrama comportamental que evidencia como a interação é estabelecida entre requisições provenientes dos clientes e respostas enviadas pelo servidor e um diagrama de classes que denota as operações, atributos e a forma como outras classes se relacionam ao WMS e o Dicionário de Dados complementar as explicações, detalhando cada classe e oferecendo uma visão geral das solicitações e suas respostas. Detalhes sobre a implementação deste tipo de serviço podem ser encontrados na especificação “*Open GIS Web Map Services*” [60].

2.2.1.1 Interface Homem-Máquina do Servidor de Mapas

Há que se diferenciar a especificação de interface do Open GIS daquela utilizada pela pessoa para interagir com o Servidor de Mapas, que é conhecida como interface homem-máquina. A primeira é uma especificação referente à interoperabilidade dos sistemas e se refere à forma como os programas têm acesso aos dados: as linguagens, os comandos e funções que serão padronizadas para se ter acesso aos dados espaciais. A segunda diz respeito única e exclusivamente à forma pela qual o usuário entra em contato com o programa, a fim de solicitar o dado espacial que necessita.

As interfaces homem-máquina para solicitar informações geográficas podem variar desde linhas de comandos, até uma apresentação de camadas sobrepostas de mapas representadas por ícones, que serão a interface do usuário para solicitar um ou outro mapa através de clique no mapa desejado. Na busca de dados, o sistema terá que se preocupar em oferecer mecanismos adequados de navegação e pesquisa de informações. O objetivo principal das interfaces homem-máquina é fornecer ao usuário o máximo de facilidades para executar as funções disponibilizadas e obter os resultados esperados. Em resumo, o usuário geralmente deseja obter informações que lhe sejam úteis ou por vezes encontrar dados que serão submetidos a algum tipo de processamento (*on-line* ou posterior)⁹.

É difícil definir o que seria uma interface ideal para o usuário, já que as necessidades pessoais diferem muito e o SBL em dispositivos móveis terá a interface restrita às capacidades destes dispositivos. No entanto, o leitor que desejar uma análise detalhada sobre interfaces homem-máquina para acesso a dados geográficos pode consultar Morris [53],

⁹ Já que a maioria das ferramentas e clientes dos Servidores de Mapas encontrados no mercado pode implementar quase todas estas interações homem-máquina, este tópico não será objeto de um maior aprofundamento.

Boehner et. al. [9], Bruns e Engenhofer [12], MacCauley et. al. [48], e para interfaces de computadores pessoais com acesso Servidores de Mapas, Fonseca [26].

2.2.1.2 Tipos de Mapas a serem Entregues

Um Servidor de Mapas pode ser analisado em termos de quais operações ele realiza (seção 2.2.1) e em termos de quais tipos de informação (mapas) são intercambiados entre um computador cliente e um servidor Web (e, adicionalmente, como a informação é empacotada).

Há três casos distintos: Figuras, Elementos Gráficos e Dados Geográficos [60]. No caso de figuras, o que trafega pela rede é uma imagem de um mapa, em formatos como JPEG (*Joint Photographic Expert Group*), GIF (*Graphics Interchange Format*) ou PNG (*Portable Network Graphic*). Neste caso, o Servidor de Mapas é o responsável por filtrar os dados, gerar elementos espaciais (posição + descrição), tratando-os e convertendo-os em uma imagem de mapa, ficando a cargo do cliente apenas a capacidade de visualizar aquela imagem em um determinado formato. No caso de elementos gráficos, o que é transmitido entre o cliente e o servidor é um conjunto de elementos individuais, com um sistema de referência projetado e com um símbolo definido para aquela feição geográfica. Estes elementos individuais têm simbologia própria, cor, espessura de linhas, posição na terra, etc., podendo ser vistos como arquivos que não estão no formato de figura, o que, desta forma, obrigaria ao cliente possuir a capacidade de visualizar o elemento. No terceiro caso, deve haver habilidade para enviar dados de feições geográficas do servidor para o cliente. Neste caso, o que navega pela rede são feições geográficas codificadas em alguma linguagem como XML (*eXtensible Markup Language*) [96] [89] [11]. Com isso, o cliente realizaria as tarefas descritas nos dois casos anteriores e mais a geração de elementos gráficos a partir da codificação.

2.2.1.3 Os Tipos de Clientes para o Servidor de Mapas

No tópico anterior foi visto que uma solicitação submetida a um Servidor de Mapas pode ser respondida com vários tipos de informação e, em função disto, a divisão de tarefas entre o cliente e o Servidor, para que a informação espacial seja visualizada, poderá variar. Este tópico classifica os clientes, em função das tarefas que realizam, em diferentes categorias.

A divisão em categorias dos clientes que fazem acesso a Servidores de Mapa em categorias foi proposta na versão 1.0.0 do Open GIS WMS [58] e, já nesta mesma versão, propôs-se a não considerar a sua existência para a fase de testes. Nas próximas versões este

assunto foi simplesmente omitido. Porém, como o assunto da dissertação é a entrega de serviços de mapa em dispositivos portáteis (assunto que não era o objetivo inicial da especificação WMS do Open GIS), torna-se relevante, neste contexto, apresentar como o cliente interage com os dados espaciais. É importante verificar as opções existentes para a interação cliente-servidor, a fim de que clientes tenham os dados geo-espaciais apresentados na tela de dispositivos com capacidades limitadas. Por isto, a discussão sobre os tipos de clientes retornou à pauta de discussões, apesar das considerações anteriores em contrário do Open GIS para a sua não inclusão nas especificações WMS posteriores à primeira versão.

A nomenclatura e os termos utilizados na versão 1.0.0 do WMS [60] para classificar os clientes serão mantidos. A definição de categorias de clientes consiste basicamente em definir as capacidades que cada um deve possuir para a visualização de uma informação espacial. O tipo de informação (seção 2.2.1.2) que o cliente poderá receber dependerá das capacidades que possuir. Caso tenha somente a capacidade de visualização, ele é um *Thin Client*, e a informação que pode receber se restringe a figuras. Se, além de visualizar, for capaz de receber elementos gráficos e criar uma imagem ou figura a partir deles (*Render Service*) então trata-se de um *Medium Client*. Por fim, tem-se o *Thick Client*, em que o WMS entrega dados geográficos¹⁰. Neste caso, o cliente tem que realizar a tarefa de gerar o elemento geográfico a partir dos dados recebidos, além de realizar as funções previstas nas duas categorias anteriores (figura 14).

Para os sistemas móveis deve-se decidir criteriosamente qual tipo de cliente implementar, pois a utilização de mapas em dispositivos móveis com capacidade inferior aos computadores de mesa pode enfrentar restrições. A decisão deve ter como critério prioritário a capacidade do dispositivo, a fim de que se decida em qual lado (cliente ou servidor) deve-se implementar as tarefas necessárias à exibição dos dados geográficos.

Alguns sistemas móveis apresentam capacidade suficiente de processamento e memória para receber os dados geográficos e realizar localmente todas as tarefas necessárias para exibí-los. No entanto, dispositivos móveis com capacidades mais reduzidas (e.g. celular) teriam dificuldades na realização de todas as tarefas ou etapas necessárias para a exibição de um dado geográfico. Poder-se-ia optar por deixar a cargo do servidor todas as tarefas necessárias à exibição, ficando o cliente com a responsabilidade única de ser capaz de

¹⁰ O termo comumente utilizado para um dado geográfico representado em um SIG é feição.

visualizar ou uma figura ou a informação em outro formato como texto simples. Desta forma a solução se adequaria tanto a dispositivos menos potentes como aos de maior capacidade de processamento e memória.

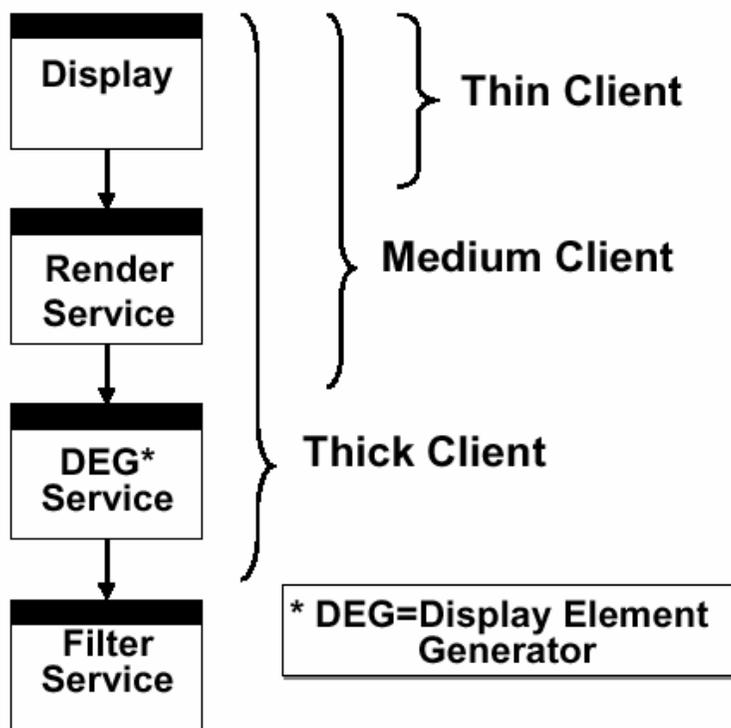


Figura 14 – Clientes WMS

Dispositivos móveis acoplados a algum sistema de localização, poderiam ser um *Thick Client*, pois, neste caso, seria possível realizar localmente praticamente todas as operações necessárias à visualização do dado geográfico. A restrição quanto à adoção desta solução abrange os casos em que a base cartográfica é muito grande para ser carregada no cliente.

Um exemplo típico de uma situação real que envolve estes critérios é o caso de um cliente móvel usando GPS como sistema de localização. Os dados provenientes do GPS são originariamente referidos ao *datum*¹¹ global WGS84 (*World Geodetic System 1984*) e os dados requisitados do WMS podem se referir a qualquer outro *datum*. Para o Brasil, por exemplo, o *datum* oficial é o SAD69 (*South American Datum 1969*). Supondo-se que este cliente viaje a outros lugares do planeta, então existe uma grande probabilidade de que a informação espacial solicitada esteja em um sistema de coordenadas e *datum* locais e não em

¹¹ Consultar o glossário ao final da dissertação, caso deseje uma explicação sobre o que é um Datum.

um sistema global como é o WGS84. Para tal situação, o problema não é apenas gerar o elemento, formatá-lo ou exibí-lo, outrossim, surge um novo problema, que é a implementação de um mecanismo que converta os dados referidos a diferentes sistemas de coordenadas e *datum* para um sistema de referência homogêneo. Esta tarefa é um tanto quanto custosa, já que o sistema teria que carregar, no mínimo, todas as regras e parâmetros de conversão entre os inúmeros Sistemas de Referência. Desta forma, em vez de realizar estas tarefas localmente, um cliente, que queira operar em qualquer lugar em que esteja, deve ser projetado para buscar as informações do local em que ele se encontra em algum Servidor que contenha Mapas deste local. Neste mesmo servidor, ele poderia buscar também as regras e parâmetros de conversão desta informação.

Sendo assim, uma implementação mais razoável deverá deixar a cargo do cliente apenas a visualização e interface para requisição e envio de dados, enquanto que todas as outras tarefas ficariam a cargo do WMS, ou de outras partes, em um modelo estendido de serviços.

É claro que, em sistemas bem delimitados quanto aos dados de contexto e bases cartográficas, como os sistemas de uso organizacional, a solução pode ser bem diferente do que ocorre com sistemas genéricos. Ao implementar uma solução de SBL em uma empresa deve-se levar em conta outros fatores que podem ser decisivos em um ambiente organizacional. Por exemplo, o custo de comunicação, entre a central de operações e os membros da equipe em campo, pode aumentar muito, caso haja uma grande quantidade de tarefas a cargo do Servidor. Nesta arquitetura os membros da equipe dependeriam de utilizar o meio de comunicação para realizar suas ordens de serviço. Uma solução trivial para este problema seria carregar previamente no dispositivo móvel os dados de contexto e as bases cartográficas. Isto sobrecarregaria menos o meio de comunicação, diminuindo os custos, porém, a adoção desta solução depende da capacidade de armazenamento do dispositivo móvel.

2.2.2 GML (GEOGRAPHY MARKUP LANGUAGE)

A *Geography Markup Language* (GML) é uma codificação XML para o transporte e armazenamento de informações geográficas, incluindo propriedades espaciais e não espaciais de feições geográficas [62]. Baseado na diretriz de adotar padrões existentes, sempre que possível, somente serão representadas no modelo as “*Simple Features*” (Feições Simples) do Open GIS. Elas possuem propriedades simples (booleano, inteiro, real, *string*) e propriedades

geométricas; as coordenadas devem ser restritas a geometria simples, definidas em um sistema de coordenadas de duas dimensões (x,y), e a delimitação de uma curva está sujeita a interpolação linear.

A GML foi desenvolvida com o intuito de ser aderente a todas as especificações do Open GIS [64]. Nela adota-se a seguinte definição de feição geográfica: Uma feição é “uma abstração de um fenômeno do mundo real; um fenômeno será uma feição geográfica se ele estiver associado a alguma localização relativa à terra”. Desta forma, uma representação do mundo real pode ser pensada como um conjunto de feições. O estado da feição é definido por seu conjunto de propriedades, onde cada propriedade pode ser pensada como um trio {nome, tipo, valor}. Feições Geográficas são aquelas com propriedades que podem ser geometricamente valoradas.

A GML foi criada com um número explícito de objetivos. Dentre eles: suporte à interoperabilidade, realizada através das *tags* “geometria básica”. Todos os sistemas que usam GML utilizam os mesmos tipos de *tags* para representar a geometria, um modelo de dados comum (feições/propriedades) e um mecanismo para criar e compartilhar *schemas*¹² de aplicação.

A GML separa o conteúdo da informação de sua apresentação, provendo mecanismos para codificar dados de feição geográfica de forma totalmente independente de como o dado será apresentado para o leitor humano, ou seja, dá total liberdade à implementação da interface homem-máquina. Sendo a GML uma aplicação XML, ela pode ser apresentada em diversos formatos, incluindo representações vetoriais e imagens *raster*. Os implementadores podem decidir entre armazenar *schemas* de aplicação e as informações em GML ou converter sob demanda, a partir de algum outro formato de armazenamento, e usar GML apenas para o transporte de dados e *schema* [62].

Dois *schemas* básicos são definidos em GML para a codificação de feições geográficas: O “*Schema Geometry*” e o “*Schema Feature*”. A partir deles é possível codificar a maioria dos elementos geográficos existentes, lembrando que a GML abrange apenas as feições simples, conforme descrito no início desta seção. Estes dois *schemas* serão vistos em maiores detalhes no capítulo 4 onde serão definidas as classes do modelo.

¹² Um *schema* define as características de uma classe de objetos. A utilização do termo em inglês se deve ao fato de que a língua portuguesa não incorporou este significado à palavra ‘esquema’.

3 SBL E SUAS TECNOLOGIAS

Um serviço de informação em que a posição atual ou planejada do usuário é crucial para o tipo de informação que lhe será entregue pode ser considerado um Serviço Baseado em Localização (SBL). SBLs são serviços que habilitam dispositivos a explorar sua localização ou mobilidade, ou a localização e mobilidade de outros dispositivos em tempo real [45]. Nesta categoria de serviços, provedores de informação distribuem a clientes, baseando-se no perfil e posição geográfica dos mesmos, informações sobre objetos do mundo real que estejam próximos a eles, utilizando a Internet e uma rede de telecomunicação (e.g. rede celular). Para a realização deste tipo de serviço é necessária a concorrência de diversas tecnologias compreendendo um conjunto de *software* e *hardware* com tarefas específicas atribuídas a diversos módulos que se comunicam. Os módulos necessários vão desde tecnologias de localização até Provedores de Informações e de Mapas e serão analisados nos tópicos seguintes deste capítulo.

Para ofertar serviços baseados em localização é preciso construir uma tecnologia baseada em localização. Neste capítulo, as peças que integram a cadeia de valor para disponibilizar este tipo de serviço serão analisadas. Também serão apresentadas algumas aplicações para o SBL. A figura 15 exibe uma estrutura para o SBL. Nela pode-se identificar o cliente móvel; um sistema de localização para calcular as coordenadas geográficas dos usuários e disponibilizá-las em um servidor de coordenadas; provedores de informação; o gerenciador de eventos¹³, que é responsável por monitorar a entrada de usuários em áreas de influência de determinados objetos espaciais;¹⁴ e um meio de conexão baseado na Internet. Estes módulos serão analisados em detalhes no capítulo 4 onde serão propostas as classes que representarão estes componentes.

¹³ O gerenciador de eventos será explorado em detalhes somente no capítulo 4, por se tratar de uma peça lógica que pode ser bem definida através de suas operações e do relacionamento de sua classe com outras classes e elementos do modelo.

¹⁴ Estas partes apresentam um alto nível de interação. Cada uma tem um conjunto de atribuições específicas. No capítulo 4 estas atribuições constituirão tarefas ou operações que cada um destes módulos deverá executar ou cumprir e a forma de interação será representada por mensagens trocadas entre os módulos.

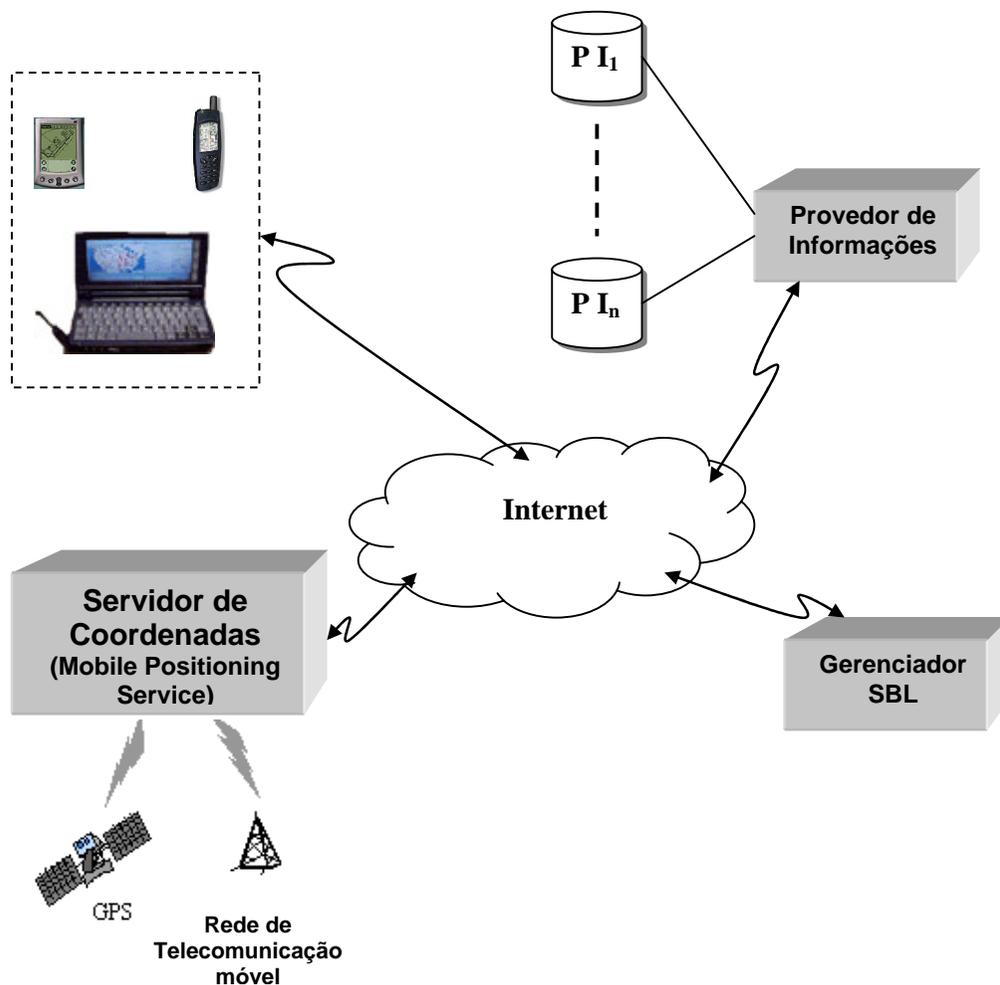


Figura 15 – Componentes de um SBL

Uma importante condicionante dos SBLs é que a entrega de serviços deve apresentar uma alta confiabilidade, já que os usuários estão em campo, onde condições adversas ocorrem com maior frequência. A criação de uma estrutura de operação confiável depende da elaboração de uma arquitetura funcional, em que a divisão de tarefas seja clara e responsabilidades sejam atribuídas a cada um dos módulos ou recursos envolvidos, em conformidade com a área de atuação da empresa que estiver fornecendo o serviço referente àquele módulo.

Um cliente móvel cuja posição esteja sendo monitorada por algum serviço de posicionamento submete requisições de serviço através dos meios de comunicação e utilizando a Internet, enquanto as aplicações hospedadas em servidores de aplicação de

localização são responsáveis por filtrar o conteúdo, com base na localização do cliente móvel, e enviar as respostas às requisições feitas.

Em geral, a solução para entrega de conteúdos e serviços baseados em localização não se originará em uma única empresa havendo constante comunicação e troca de mensagens entre os diversos servidores e de modo altamente dinâmico. Além disto, a própria mobilidade poderá gerar um grande número de eventos, pois, em um dado momento, vários usuários estarão se movimentando, e, cada mudança no posicionamento do usuário deverá ser monitorada, em intervalos de tempo pré-estabelecidos, para a possível ativação de algum serviço baseando-se nos dados cadastrados no sistema e na posição do usuário. Os Servidores que sejam provedores de algum tipo de conteúdo e as aplicações que fizerem parte do modelo de negócios devem estar aptos a trocar mensagens, utilizando protocolos padrões, pois, assim, será permitida a independência tanto de fornecedor, quanto dos serviços prestados.

3.1 APLICAÇÕES SBLs

Inúmeros tipos de aplicações surgem a partir do esquema conceitual de um SBL. Qualquer aplicação que necessite de pelo menos uma das seguintes funções, relativas a problemas espaciais, pode ser beneficiada pelo SBL:

- (i) Verificar o que se encontra em uma localização particular,
- (ii) determinar a localização de um objeto específico,
- (iii) realizar medidas de objetos no espaço, localizar entidades pontuais (como centros comerciais e hospitais),
- (iv) alocar recursos de um ponto a outro (como acontece com atividades de logística),
- (v) dados dois pontos (um de origem e um de destino) encontrar um trajeto sem obstáculos entre eles,
- (vi) encontrar clientes, fornecedores, distribuidores ou áreas que atendam a determinadas especificações, etc.

Há uma grande variedade de aplicações e serviços conforme analisa Schell [73] e Kottman [39] que se enquadram no escopo dos SBLs. Os serviços ou aplicações SBL podem

ser classificados como: serviços de navegação (mapas, endereços, pontos de interesse, rotas entre origem e destino), busca por serviços de conveniência (restaurantes, bares, postos de gasolina, banco 24 horas, etc.), apoio à realização de serviços de segurança e emergência (resgate, apoio médico, guincho, bombeiros, polícia, etc.), serviço de entrega de anúncios (propagandas, *marketing* direcionado, condições de trânsito, previsão do tempo, eventos, etc.) e acompanhamento e gerenciamento de recursos geograficamente distribuídos, como pessoas e equipamentos (atividades de logística, manutenção de equipamentos urbanos: sinalização e postes, distribuição de ordens de serviço a equipes de campo, etc.). Além destes casos podem surgir outras aplicações, pois o número delas é restrito apenas à capacidade criativa e às necessidades das pessoas e organizações. A seguir, serão exploradas algumas aplicações que podem se beneficiar do SBL.

Uma utilidade adicional para o SBL pode ser aproveitada pelas próprias operadoras de telefonia móvel, que poderão apresentar diferenciação de preços de produtos conforme a localização do usuário. Por exemplo, os usuários de planos empresariais ou usuários com planos especiais (como estudantes universitários) poderão ganhar desconto em todas as ligações realizadas nas proximidades do campus ou de seu trabalho, criando o chamado LSB (*Location Sensitive Billing*).

Atualmente, a maioria das empresas fabricantes de celulares está migrando para a fabricação de dispositivos que possibilitem a implantação de serviços de informação, dependentes da localização. As principais inovações são as novas redes de serviços de telecomunicações, que já vêm “prontas” para a tecnologia de fornecimento de “*Location Based Services*” e os novos aparelhos celulares com chip GPS integrado.

Os novos serviços de informação dependentes de localização oferecem uma ótima oportunidade para o *marketing* direcionado, não apenas pelo perfil do consumidor como também pela posição que ele se encontra a cada momento. O casamento entre as preferências e necessidades dos consumidores e a sua localização configura uma nova modalidade de *marketing*: o *marketing* móvel baseado na localização¹⁵. Este tipo de serviço abre uma perspectiva sem precedentes, tanto aos consumidores quanto ao mercado em geral, e novos modelos de negócio estão sendo criados para atender a expectativa das empresas em relação a estes serviços.

¹⁵ Termo proveniente do inglês *Location Based Mobile Marketing*.

3.1.1 FATORES DE IMPULSIONAMENTO

Um forte motivo para que o SBL venha a ter sucesso é o fato de que os serviços de celular se tornaram uma “*commodity*” e os serviços de assinatura convencionais não estão dando um retorno muito alto sobre o investimento. Neste contexto, as operadoras de serviço móvel celular buscam oportunidades de gerar novos negócios mantendo a satisfação dos atuais assinantes. Para tanto, oferecem serviços adicionais aos seus clientes, aumentando a sua penetração de vendas.

O grande apelo do SBL para as operadoras de telefonia móvel celular deriva do fato de que o número de assinantes projetado será superior a 1,5 bilhão em 2005, dos quais 1,3 bilhão utilizará serviços Internet. Segundo o IDC (*International Data Corporation*) [35], mais de 43% destes usuários estariam dispostos a pagar tarifa adicional para conseguir acesso a serviços de localização móvel.

Outro fator que impulsiona a implantação do SBL é a obrigatoriedade imposta às operadoras de telefonia móvel dos EUA, de, em caso de chamados de emergência, informar a localização do celular que originou a chamada para as autoridades competentes. Diante desta obrigatoriedade as operadoras se vêem diante do desafio de recuperar o investimento feito para cumprir a lei, transformando o que era um centro de custos em uma atividade lucrativa. Uma forma de vencer este desafio é implantar o SBL e disponibilizá-lo aos usuários. No item seguinte será analisada a lei que criou esta obrigatoriedade.

3.1.1.1 O mandato E-911 do FCC

O órgão do governo dos EUA intitulado *Federal Communications Commission's* (FCC), através de uma série de mandatos iniciados em 1996, sob o rótulo de mandato E-911, estabeleceu que a posição geográfica dos aparelhos celulares deveria ser detectada e repassada às centrais de atendimento 911 conhecidas como *Public Safety Answering Point 911* (PSAP), para que fosse possível o despacho dos serviços até o local. Em 1998 o FCC adotou regras para as chamadas 911 dividindo-a em fases.

A fase I determinou que até a data de 1º de abril de 1998 fosse possível identificar o número do assinante que originou a chamada e em qual célula ele se encontrava conectado. Na fase II do mandato foi requerido que, a partir de 1º de outubro de 2001, as operadoras proovessem uma localização dentro de um raio de 125 metros, no mínimo em 67 por cento dos casos, e de 300 metros, 95 por cento das vezes. O FCC estabeleceu um período de quatro anos

para cumprir a agenda para todos os outros requisitos da fase II, de 1º de outubro de 2001 a 31 de dezembro de 2005 [25]. A fase III, ainda em elaboração, incluirá métodos de autenticação dos serviços de localização, oferecendo uma maior proteção e privacidade aos usuários e irá permitir a oferta de uma grande variedade de serviços. Isto dará um novo impulso à implantação dos Serviços Baseados em Localização [68].

Houve uma certa corrida do ouro para implementar as capacidades de localização, porém, não se pensava em lucros imediatos, mas na obrigatoriedade de se implantar este tipo de serviço. Neste contexto, quem detivesse o domínio sobre a tecnologia de localização poderia comercializá-la para as diversas operadoras existentes nos EUA.

Até meados de 2001 houve nos EUA uma certa revolta e queda de braço entre as operadoras e o governo para acabar com a obrigatoriedade deste tipo de serviço. Em uma espécie de “síndrome da rebeldia”, as operadoras não enxergaram que poderiam obter lucro neste tipo de serviço e lutaram contra a sua obrigatoriedade. Apenas no Japão e algumas regiões da Europa é que surgiram visões comerciais relativas à exploração deste tipo de serviço.

No Brasil, em 2001, surgiu uma primeira possibilidade para a implantação de SBL. Um consórcio entre as empresas Inteliredes, GDT, Digibase, ProLAN e algumas operadoras locais de telefonia móvel criou um modelo em que as empresas são parceiras, contribuindo, cada uma, com a sua especialidade. Desta forma, os custos de implementação são divididos, assim como os lucros ou prejuízos advindos da operação. As operadoras estão com receio de apostar em promessas de mercado somente em cima de expectativas, pois o crescimento de até 20% ao ano observado no período de 2000 a 2001 para a telefonia móvel levou a uma euforia de mercado, em que as operadoras fizeram investimentos altos em infra-estrutura, porém o crescimento posterior passou a ser muito mais modesto que as expectativas.

3.2 SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO

O principal elemento que permite a oferta de Serviços Baseados em Localização (SBL) é o conhecimento da posição de usuários. Serão analisados, portanto, os sistemas de localização e os métodos por eles empregados para determinar a posição de um usuário móvel. A escolha do sistema poderá variar substancialmente, de acordo com sua eficiência para a região de abrangência do serviço.

A posição em que o usuário se encontra em um determinado instante pode ser obtida de diversas formas. A primeira, e mais simples de todas, é aquela em que o usuário informa a sua posição, chamado método manual ou não-automatizado. Nele o usuário informa a sua localização aproximada através de uma interface que pode ser uma página da Internet, um aplicativo ou uma atendente de uma central de chamados, informando para a interface uma descrição do local em que se encontra (endereço, CEP, ponto de referência, etc.).

Os diferentes sistemas de localização utilizados para calcular automaticamente a posição de dispositivos móveis podem ser: sistemas baseados no aparelho ou sistemas baseados em rede. Os primeiros obrigatoriamente possuem um *Equipamento Determinante da Posição* (EDP) acoplado, inserido ou construído no próprio aparelho. No segundo caso, os serviços fornecidos pelos EDP's são disponibilizados na própria rede de transmissão. Os sistemas baseados no aparelho, geralmente, utilizam satélites e possuem alcance global (e. g. GPS, Glonass). Os métodos mais utilizados pelos sistemas baseados em rede são *Time Difference of Arrival* (TDoA) e *Angle of Arrival* (AoA). Há ainda um método híbrido que utiliza, tanto a tecnologia baseada no aparelho quanto a tecnologia baseada em rede, e é conhecido como *Enhanced Observed Time Difference* (E-OTD).

Cada método tem suas limitações, o que dificulta a adoção de uma solução universal. Portanto, é importante saber alguns detalhes de funcionamento de cada um dos métodos de localização, a fim de se tomar uma decisão acertada quanto à escolha de um deles. É importante observar que, em qualquer situação, o que realmente importa é o fornecimento da localização independente da forma como foi obtida e a existência de um mecanismo e modelo eficaz que seja capaz de processar a localização. Mas, pode haver estratégias de negócio que sejam favoráveis a um método específico. Como exemplo, as operadoras de celular encontram a vantagem no uso de métodos baseados em rede, pela não necessidade de troca de aparelho pelos usuários, não causando, assim, impacto direto ao consumidor. A razão para isto é que, o sistema de localização já funciona com os celulares atuais, precisando apenas algumas modificações na rede, o que aumenta o número de usuários potenciais para os serviços [4].

3.2.1 BASEADO NO APARELHO (GPS¹⁶)

O GPS é formado basicamente por três segmentos: o de usuários, o de controle e o espacial. O segmento de usuários compreende unidades móveis ou receptores (atuam como EDPs), que recebem a informação de posição, velocidade, direção e hora/data. O segmento de controle tem por função básica determinar as efemérides (predição orbital) de cada satélite e os parâmetros para o modelamento ionosférico. Por último, o segmento espacial: a constelação de satélites GPS.

Originalmente projetado com um número de 24 satélites (a uma altitude de aproximadamente 20200 km acima da superfície terrestre), dispostos em 6 planos orbitais com 4 satélites em cada plano, o GPS permite uma cobertura global (figura 16). O sistema está disponível 24 horas por dia sem interrupção ou interferências climáticas. Foi criado pelo Departamento de Defesa Norte Americano (Dod) para aplicações militares. Atualmente a precisão horizontal está em torno de 10 a 20 metros para posições isoladas, graças à remoção da Disponibilidade Seletiva (SA – *Selective Availability*), um erro proposital que provocava degradação da qualidade do sinal recebido. A finalidade da SA era proteger os interesses militares dos EUA, porém, devido à explosão no uso do GPS para aplicações civis, decidiu-se remover o erro do sistema [28].

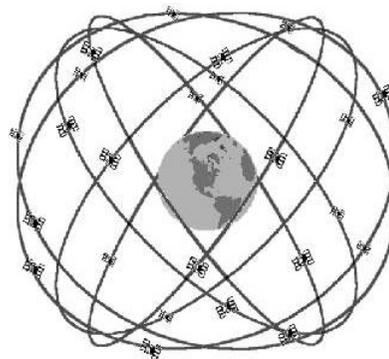


Figura 16 – Órbita dos satélites GPS

O método de determinação da posição do aparelho receptor GPS utiliza o tempo que o sinal leva para chegar de vários satélites ao receptor (EDP). Aplica-se então, a equação de velocidade (fórmula 1) sobre o sinal proveniente de cada satélite. O processo para o cálculo

¹⁶ Existem outros sistemas de localização que sejam baseados no aparelho como o Glonass e o Galileo, cujo funcionamento é semelhante ao do GPS. No entanto, por apresentarem funcionamento semelhante ao GPS, não serão abordados nesta dissertação.

da posição consiste em: sincronizar o relógio do receptor com o relógio do satélite (atômico de alta precisão) para encontrar o tempo de viagem do sinal do satélite até o aparelho; como a velocidade do sinal é fixa (valor igual ao da velocidade da luz), já se tem as duas incógnitas da fórmula de velocidade, bastando aplicá-la para que se encontre a distância do satélite até o aparelho. No entanto esta distância nos dá apenas a posição sobre uma esfera, correspondendo a todos os pontos equidistantes do satélite, ou seja, uma esfera (figura 17-a). Como tem que se resolver, sem ambigüidade, uma posição pontual em três dimensões (x,y,z) precisaremos aplicar a mesma fórmula utilizando-se outros satélites. Uma segunda medição e a aplicação da fórmula para outro satélite tem como solução uma circunferência, que é a interseção entre duas esferas (figura 17-b). Utilizando-se uma terceira medição chega-se a dois pontos, que equivalem à interseção entre três esferas (figura 17-c). Com a quarta medição elimina-se um dos pontos, chegando-se à posição do receptor em três dimensões (figura 17-d): Latitude, Longitude, Altitude [86].

$$D=V*T \quad | \quad D=\text{distancia}, V=\text{velocidade} = \text{velocidade da luz}, T=\text{tempo} \quad (1)$$

O sistema pode oferecer precisão milimétrica, se utilizado um processo de correção diferencial. Para corrigir diferencialmente os dados de posição de um receptor móvel (conhecido como *rover*), utiliza-se o seguinte processo: um receptor fixo chamado Estação Base, cujas coordenadas reais são conhecidas, capta continuamente sinais do GPS. A Estação Base verifica as diferenças entre as suas coordenadas reais e a posição fornecida pelo GPS em um determinado momento, gerando as correções diferenciais por período de tempo, que são ‘deltas’ ou diferenças, entre a posição real e a recebida. O receptor móvel compara os dados recebidos no mesmo intervalo de tempo em que o ‘delta’ foi gerado e, então, corrige os seus dados aplicando a diferença encontrada pela base [86].

Uma das grandes restrições deste tipo de sistema é a necessidade de visada sem obstruções entre o receptor e os satélites. Por esta razão, o GPS tem seu funcionamento muito limitado quando próximo a regiões de relevo íngreme ou em grandes centros urbanos. Dentro de construções, por exemplo, é impossível a utilização do GPS. Ainda assim, ele continua tendo a vantagem de ter cobertura global, não degradar a precisão em função da distância e de oferecer uma melhor precisão em relação à maioria dos métodos baseados em rede. No contexto de serviços de localização, esse método de cálculo de posição é também conhecido como “GPS assistido”, já que é necessário que uma central monitore a sua posição para prover serviços ao usuário [4].

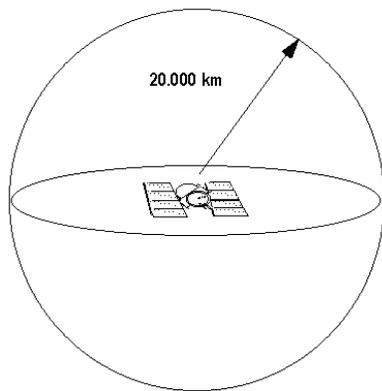


Figura 17 - a

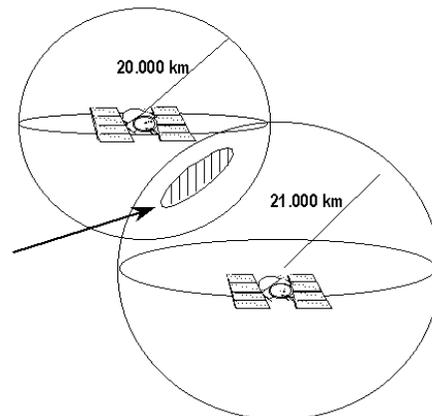


Figura 17 - b

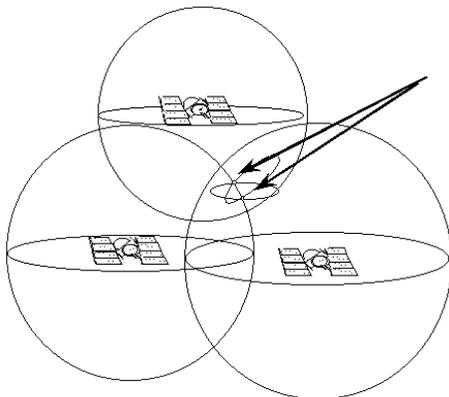


Figura 17 - c

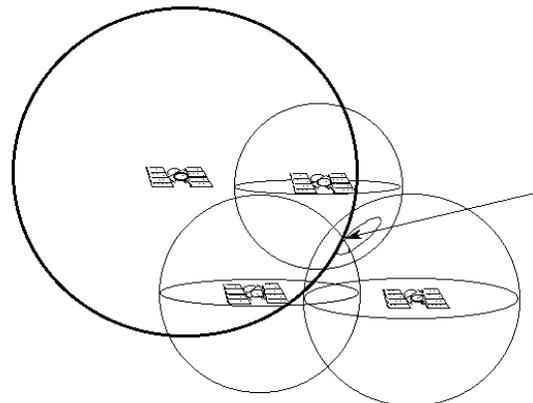


Figura 17 - d

Figura 17 – Cálculo da Posição

3.2.2 SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO BASEADO EM REDE

O sistema utilizado para determinar a localização do dispositivo móvel sem a necessidade de acoplar um GPS ou outro dispositivo de localização ao próprio aparelho é chamado *Network Based* (baseado em rede). Nele, a própria rede calcula a posição do dispositivo, baseada em aparelhos que, a ela acoplados, atuam como EDP. Esta alternativa apresenta grande diferencial em relação ao GPS, por funcionar mesmo em locais fechados – como interior de prédios e garagens. Outra grande vantagem, é que os aparelhos celulares atuais já estão prontos para operar, provendo tanto a localização como a comunicação em um único aparelho (sem a necessidade de inserir periféricos, trocar ou adquirir um novo aparelho), possibilitando assim, disponibilizar, imediata e amplamente, serviços baseados em localização aos consumidores [4].

A localização do dispositivo móvel pela rede de transmissão é realizada pela interação entre o celular e *Estações Rádio Base* (ERB) ou *Base Transceiver Station* (BTS) às quais ele

esteja conectado ou que estejam próximas a ele. As ERB são antenas que compõem a rede de comunicação e são o ponto de acesso do celular ao sistema de telefonia. Existem algumas técnicas que possibilitam determinar a localização do usuário pela rede. Estas técnicas se diferenciam basicamente pelo modo como o algoritmo ou função de localização é implementado. As principais são vistas nas seções que se seguem.

Existem dois casos em que há necessidade de se calcular a posição de um usuário móvel: quando ele requisitar um SBL ou quando ele cadastrar em seu perfil o interesse em receber SBLs automaticamente em determinadas situações. Para o primeiro caso, o cálculo é realizado uma única vez, no instante em que o usuário requisita um SBL. No segundo caso, a posição do usuário deverá ser calculada em intervalos de tempo pré-determinados para que se verifique a ocorrência da situação especificada previamente a fim de que o mesmo possa receber os SBLs de seu interesse.

Há um protocolo de comunicação que provê o padrão de sinalização e controle de várias capacidades do celular, o SS7. Ele envolve dois tipos de sinalização: sinalização orientada a conexão e sinalização não orientada a conexão. A sinalização orientada a conexão permite o estabelecimento dos padrões de comunicação enquanto o usuário tem uma conexão estabelecida. A sinalização não orientada a conexão ocorre continuamente enquanto o aparelho do usuário estiver ligado e poderá ser aproveitada para o cálculo da posição. Um exemplo de utilização desta sinalização é determinar se o usuário está em sua área de registro *Home Locator Register* (HLR) ou fora dela *Visitor Locator Register* (VLR) para o registro de suas chamadas para efeitos de tarifação. Outra utilização deste tipo de sinalização é aplicada para monitorar se a potência do sinal recebido é maior em uma célula em relação à outra. Quando, em uma ligação, o sistema percebe que a potência é maior em outra antena, ele deve efetuar a troca de canal de rádio da célula atual para um canal de rádio da próxima célula sem interromper a ligação – processo chamado *handoff*. Este processo é realizado continuamente pelo sistema para verificar quando o usuário móvel está saindo do alcance de uma determinada célula e entrando em outra, de forma transparente ao usuário. Medições de tempo, qualidade e ângulo de chegada deste sinal é que serão utilizadas como base para o cálculo da posição.

3.2.2.1 Cell-ID

A técnica de localização denominada Cell-ID detecta apenas qual é a célula (região coberta pela antena) a que o usuário está conectado. Oferece baixa precisão, devido ao fato de

que a área de cobertura de uma antena pode variar consideravelmente, apresentando células de tamanhos que variam de alguns metros até quilômetros (figura 18). Com esta técnica não é possível implementar traçado de rotas ou rastreamento de veículos ou pessoas [4].

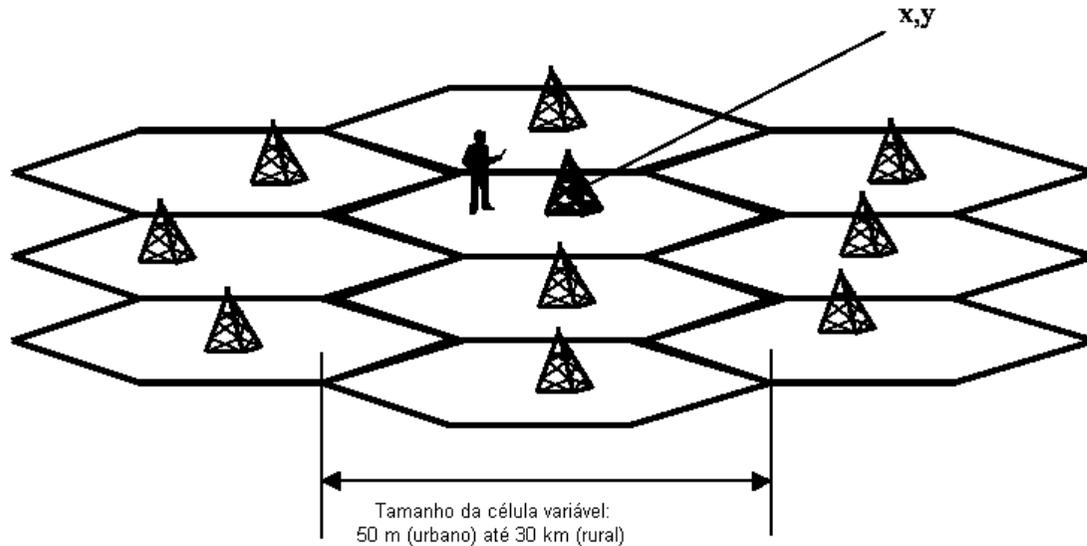


Figura 18 – Posicionamento baseado na identificação da célula

3.2.2.2 *Cell Sector*

Esta técnica apenas divide a área da célula em setores, o que consegue melhorar em, aproximadamente, 30% a qualidade das medições de posicionamento das unidades móveis baseadas na técnica *Cell-Id* [4].

3.2.2.3 *TDoA (Time Difference Of Arrival)*

Este método calcula a diferença entre o tempo exato que o sinal do aparelho celular leva para alcançar três ou mais torres (figura 19). Este método é semelhante ao GPS (fórmula 1), no entanto, enquanto o GPS precisa de, no mínimo, quatro satélites, o TDoA precisa apenas três torres, isto porque, considera-se o alcance da antena somente como a área de uma circunferência (coordenadas bidimensionais – x,y) em vez de uma esfera.



Figura 19 – Arquitetura TDoA¹⁷

Como a onda de rádio do celular viaja a uma taxa fixa e conhecida, a velocidade da luz, calcula-se o tempo de chegada do sinal para a primeira torre e se encontra a circunferência onde o usuário pode estar. A medição do tempo de chegada a uma segunda torre tem como resultado uma área de interseção entre as circunferências da primeira e da segunda torre, cujo limite corresponde ao conjunto de possíveis pontos que o usuário pode estar. O tempo de chegada do sinal a uma terceira torre indicará em qual dos pontos deste limite onde o mesmo se encontra (figura 20) [68].

É usual utilizar até 15 torres para melhorar a precisão na determinação das coordenadas e, em áreas urbanas, reduzir efeitos de múltiplos caminhos usados pelo sinal de celular para chegar até a torre pela reflexão do mesmo em obstáculos, levando-o a gastar mais tempo para ir do aparelho à torre (o que afetará o cálculo da posição). Este método oferece precisão de 50 a 60 metros, podendo ser melhorada para chegar próximo a 15 metros [4].

¹⁷ Esta figura foi retirada de: <http://www.raddcomm.com> e adaptada para a dissertação.

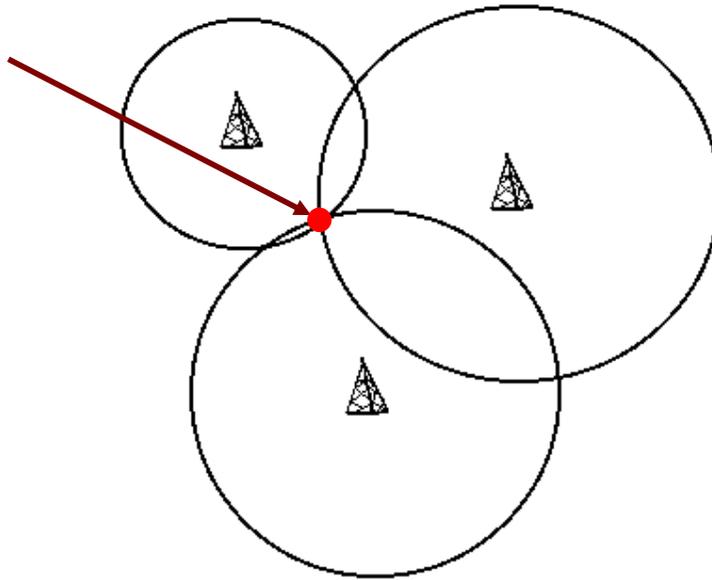


Figura 20 – Cálculo da posição em TDoA

3.2.2.4 AoA (*Angle of Arrival*)

Esta técnica calcula o posicionamento de um aparelho pela direção do sinal, vindo do mesmo para a antena (figura 21). A interseção dos ângulos, com duas ou mais antenas, provê a localização. Ocorrem problemas quando as torres estão alinhadas como, por exemplo, ao longo de rodovias. Esta técnica não apresenta um ótimo funcionamento, mas é constantemente utilizada para melhorar a precisão da técnica TDoA [68].

A fórmula utilizada para calcular a posição do usuário é simples e utiliza a lei dos senos da trigonometria calculando a posição por triangulação (fórmula 2). Como a posição das antenas é fixa e conhecida (**D**), só será preciso verificar o ângulo de onde provém o sinal do aparelho para cada uma das torres para que se determine a que distância o usuário se encontra e, conseqüentemente sua posição (figura 22).

$$\text{sen } \alpha = \frac{\text{cat.oposto}}{\text{hipotenusa}} \quad (2)$$



Figura 21 – Arquitetura AoA¹⁸

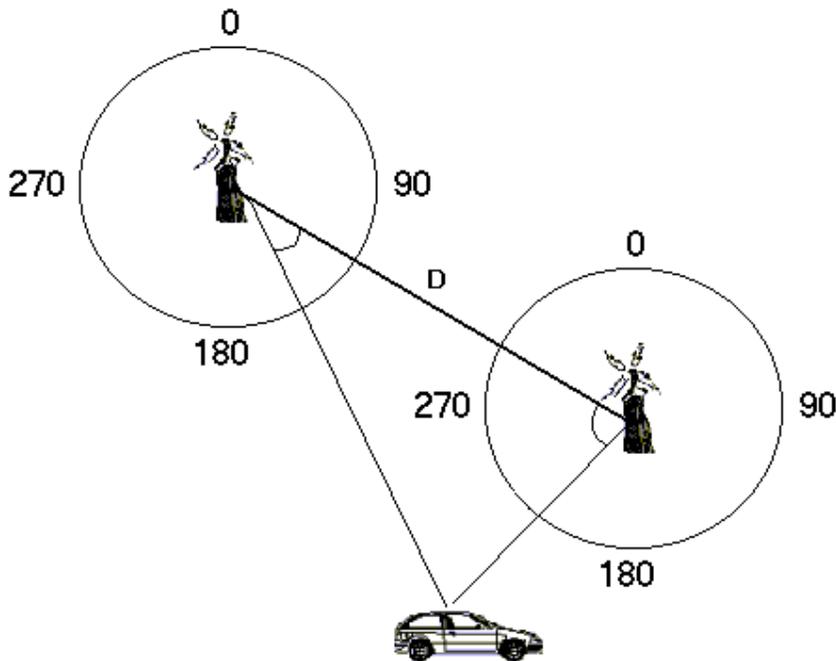


Figura 22 – Cálculo da posição por AoA

3.2.3 MÉTODO HÍBRIDO

Este método de localização utiliza tanto o aparelho quanto a rede para calcular a posição, envolvendo modificações tanto no aparelho quanto na rede. Esta técnica já faz parte

¹⁸ Esta figura foi retirada de: <http://www.raddcomm.com> e adaptada para a dissertação.

do padrão GSM (*Global System for Mobile Communications*), utilizando medidas de tempo embutidas no aparelho, precisando uma modificação de *software* relativamente simples no aparelho para enviar os relatórios de diferença de tempo de volta à central, para que esta assista no processo de determinação da localização. Os sistemas de localização baseados no aparelho e os sistemas de localização baseados na rede foram mesclados na geração 3G, sendo este o método intrínseco para determinação da posição.

3.2.3.1 E-OTD (*Enhanced Observed Time Difference*)

Sistemas E-OTD operam colocando receptores de localização sobre a rede de transmissão em vários lugares, dispersos geograficamente em uma grande área, eles funcionam com uma Unidade de Medida de Localização (LMU). Cada um destes receptores tem uma fonte de tempo precisa. Quando o *software* E-OTD do aparelho ou da LMU recebe um sinal de pelo menos três estações base, as diferenças de tempo de chegada do sinal de cada célula (antena, ou ERB) ao aparelho e dele à LMU são calculadas conforme mostra a figura 23. As diferenças são combinadas para produzir linhas, cuja interseção é a localização estimada do aparelho [68].

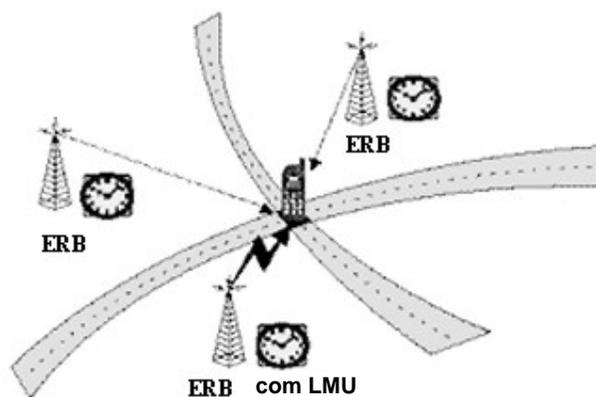


Figura 23 – E-OTD¹⁹

O aparelho ouve os sinais chegados das antenas vizinhas e grava o tempo de chegada do sinal. O cálculo da posição é obtido pelo método de triangulação das coordenadas das antenas, do tempo de chegada do sinal de cada antena e das diferenças de tempo entre os tempos de chegada de cada antena. Uma modificação no *software* do aparelho móvel é requerida para melhorar o processo de medidas já existente neles.

¹⁹ Esta figura foi retirada de: <http://www.raddcomm.com> e adaptada para a dissertação.

3.3 PROVEDOR DE INFORMAÇÕES

Um Provedor de Informações (PI) é um computador permanentemente conectado à Internet equipado com *software* capaz de receber requisições de clientes, para realizar a recuperação de conteúdo alfanumérico ou espacial e retornar o resultado ou resposta ao cliente. Geralmente, os servidores para conteúdo espacial não são os mesmos que fornecem informações alfanuméricas, sendo conhecidos como Servidores de Mapa. Os provedores de conteúdo alfanumérico pertencem às categorias de serviço de informação, podendo ser serviços de páginas amarelas, notícias, trânsito, etc. Os servidores de mapas têm a função de prover bases cartográficas, realizar operações de consulta e manipulação de mapas e processar consultas espaciais e alfanuméricas em relação ao conteúdo espacial. Além disto, é importante que ele seja capaz de receber informação alfanumérica referente à localização (e.g. um endereço) e convertê-la em informação espacial, processo conhecido como geocodificar. A capacidade de realizar o processo reverso desta função também é importante, isto é, ele deve ser capaz de criar informações alfanuméricas a partir de informações espaciais. Seguem-se exemplos de diversos tipos de provedores de informação:

- PI de produtos e serviços – equivale a um catálogo de páginas amarelas.
- Provedor de Conteúdo Geográfico – Bases cartográficas atualizadas, precisas e confiáveis;
- Provedor de anúncios ou Banners;
- Provedor de Perfis, pois o conteúdo, além de ser sensível à localização, deverá levar em conta as necessidades específicas de cada usuário definidas pelo seu perfil.

3.4 CLIENTE MÓVEL

Há menos de duas décadas, uma das grandes restrições para se trabalhar com o chamado geoprocessamento era a necessidade de se ter estações de trabalho muito poderosas. Atualmente, a capacidade de processamento já não é mais um problema tão grande e técnicas de compressão e otimização de *software* tornam possível sediar grandes bases de dados em dispositivos portáteis. O domínio, cada vez maior, da tecnologia dos semicondutores tornou possível agregar mais capacidade de processamento e memória aos dispositivos a um custo cada vez mais baixo e, devido à alta integração de circuitos, produzir dispositivos com tamanhos cada vez mais reduzidos. Com isto, dispositivos portáteis como celulares e

computadores de bolso começaram a ter capacidade suficiente para trabalhar com dados geográficos.

Há, hoje, uma tendência em portar aplicativos utilizados nos *PCs* para dispositivos móveis. Com o SIG não tem sido diferente, esta tendência é seguida principalmente por sistemas de cadastro de pedidos, clientes, equipamentos e por sistemas de auxílio à realização de atividades pela força de trabalho em campo. No entanto, o desenvolvimento de aplicações SIG para dispositivos móveis, ainda encontra dificuldades como o grande espaço de armazenamento necessário para as bases cartográficas, o que restringe a implantação de um SIG Móvel. Este problema poderia ser resolvido em *handhelds* através do acoplamento de periféricos como cartões de memória, que acoplados aos dispositivos móveis, aumentam a sua capacidade de armazenamento. Um SBL é, de certa forma, uma aplicação SIG, porém, os processamentos e cálculos realizados para a entrega do serviço são realizados com base em componentes distribuídos em uma rede, onde cada componente realiza uma porção da computação necessária ao atendimento das requisições submetidas por outros componentes na forma de serviços. A implantação de um SBL apesar de trabalhar com os mesmos dados de uma aplicação SIG, ele supera as restrições de dispositivos móveis ao deixar a cargo de servidores as principais tarefas a serem realizadas.

Outro fator de grande importância para o usuário móvel é a comodidade que ele terá ao utilizar o sistema, pois, em campo, ele tem menos recursos que no escritório e, não raro, enfrenta condições adversas que não encontraria no escritório. Esta comodidade pode ser relacionada à mobilidade do usuário, à qual foi dedicado o tópico 3.4.1.

3.4.1 A MOBILIDADE DO USUÁRIO

O principal fator que caracteriza a mobilidade refere-se à estabilidade que o serviço deve apresentar no sentido de não parar e manter a mesma qualidade e funcionalidade do sistema enquanto o usuário do serviço se movimenta sem, no entanto, restringir a sua liberdade de movimento. Desta forma, leva-se em conta tudo o que permite ao usuário ficar mais à vontade para se movimentar sem restrições ou inconveniências. Pode-se dizer que, quanto maior for a mobilidade de um dispositivo, mais portátil ele será.

Os principais fatores que contribuem para a mobilidade são: o peso do aparelho que não deve causar cansaço ao carregá-lo o dia inteiro; a autonomia do sistema, para que o usuário possa trabalhar por várias horas sem a necessidade de se conectar a uma fonte de

energia para recarregar a sua bateria; a não existência de peças móveis ou manipuláveis, pois, caso existam fios, visores, etc., tornará o sistema mais frágil, não suportando atividades em condições adversas como ocorre em campo; a qualidade da tela que deve suportar diferentes condições de iluminação, pois as condições climáticas, luz solar direta ou penumbras podem inviabilizar as condições de trabalho em campo; capacidade de conexão, pois os dados em campo devem estar associados à solução corporativa no *PC* ou no servidor, ou seja, deve haver integração das tecnologias utilizadas na empresa desde o servidor até o dispositivo móvel; e, por último, a incorporação de inteligência às aplicações para que ela seja sensível ao ambiente e condições que o usuário se encontra e relacionar este contexto às informações que ele terá acesso, além de oferecer ferramentas de navegação.

Como a proposta desta dissertação é possibilitar que a informação acompanhe a mobilidade do usuário, somente serão considerados como possíveis clientes de serviços baseados em localização, aqueles que apresentem uma real mobilidade, ou seja, que sejam realmente portáteis.

Os computadores podem ser considerados portáteis, ou não, conforme o porte dos mesmos. Existem os Servidores, Mainframes, *PCs*, etc. que definitivamente não são portáteis; existem também os computadores de mão ou de bolso que, definitivamente, podem ser considerados como portáteis; os celulares, certamente, são portáteis, o que poderia suscitar discussões é sobre eles serem ou não computadores, mas será visto no tópico 3.4.3 que os novos celulares podem, tranquilamente, serem considerados computadores; por último, mas não menos importante e polêmico, vêm os *notebooks* ou *laptops*. Seguindo o raciocínio discutido acima sobre mobilidade, preferiu-se não considerá-los como dispositivos portáteis ou clientes móveis já que, devido ao peso, espaço que ocupam, tempo de bateria baixo (no máximo 4 horas) e devido à necessidade de um ponto fixo para apoiá-lo, não há como dizer que o usuário tenha liberdade de movimento para realizar suas tarefas em campo com tal máquina. Sendo assim, a fim de se comparar e analisar os dispositivos móveis que poderão ser usados como clientes do SBL, foram consideradas apenas duas categorias: *handhelds* e celulares.

3.4.2 CARACTERÍSTICAS DOS *HANDHELDS*

Uma breve história da evolução dos *handhelds* possibilitará um melhor enfoque da questão. Até 1994, os equipamentos que dispunham de boa mobilidade (ou seja, apresentavam as características descritas na seção 3.4.1) não passavam de agendas eletrônicas com alguns

recursos avançados [5]. Esses primeiros dispositivos ficaram conhecidos pelo nome de PIM (*Personal Information Manager*). Somente em 1996 é que a *USRobotics* lança o primeiro computador de bolso, o *Pilot 5000*, que iria evoluir para a linha *Palm* [65] tão conhecida atualmente.

Uma denominação genérica para os computadores de bolso ou de mão precisa ser escolhida, para fins de uniformidade de tratamento. Em vários países adotou-se o nome *handheld*, que nos remete, tão somente, a um dispositivo que se pode transportar na mão. Os nomes PDA (*Personal Digital Assistant*) e PIM (*Personal Information Manager*) apesar de ainda serem muito utilizados dão a idéia de agenda, portanto não são termos adequados. Em 1997 a Microsoft, em parceria com alguns fabricantes, lançou o sistema operacional *Windows CE* [92], para os computadores portáteis denominados *HandheldPC* (HPC). Esses computadores apresentam um tamanho um pouco maior devido ao visor e teclado, ao incorporarem estas características diminuiu-se consideravelmente a sua mobilidade. Mais tarde a Microsoft lançou uma nova versão de seu sistema operacional com o nome de *Windows for Pocket PC*. Logo, estes aparelhos passaram a ser conhecidos como *Pocket PC*. As denominações *Palm*, *PalmTop* e *Pocket PC* dão uma conotação comercial devido à sua associação a marcas, não devendo ser utilizado como termo genérico. A denominação que será doravante utilizada, deste ponto em diante, se referindo a todos computadores de bolso ou de mão, será *handheld*²⁰, exceto nos pontos em que se queira ressaltar as diferenças específicas de cada aparelho ou marca.

Os *handhelds* têm características que os tornam aptos para o trabalho em campo. São leves, com o seu peso variando de 110 a 200 gramas, têm capacidade de memória e processamento suficiente para o funcionamento de algumas aplicações SIG. Possuem formas de conectividade fixa e sem fio, através de modem, infravermelho e celular. Têm uma autonomia de 10 a 12 horas de trabalho com uma única carga de bateria, enquanto que, um *notebook* com uma bateria excelente, só conseguiria alcançar de 3 a 4 horas de autonomia. Além disto, possuem carregadores que permitem utilizar a bateria do veículo para trabalhar (interromper a atividade em campo por falta de bateria não seria viável).

²⁰ Algumas pessoas preferem utilizar o termo *handheld* para os computadores de mão que tem o visor na tampa. Aqui este termo é uma denominação genérica para todos os computadores de mão.

Existem praticamente quatro sistemas operacionais para *handhelds*. O *Palm OS* [65], o *Windows CE for Pocket PC* [92], o *Symbian OS/EPOC* [83] e uma outra versão chamada *LINUX for handhelds* [22], sendo que a aceitação deste último ainda é muito pequena. A vantagem do Windows é que esta plataforma tem grande aceitação para computadores *PC*, o que oferece vantagens (como maior integração com os aplicativos utilizados na empresa e uma menor curva de aprendizado para assimilar a tecnologia). Oferecer a possibilidade de desenvolvimento de aplicativos em linguagens de programação semelhantes às utilizadas no *PC* é um requisito muito importante para a escolha de um destes equipamentos²¹.

3.4.3 CARACTERÍSTICAS DOS CELULARES

A grande vantagem de se utilizar o celular para fornecer serviços aos clientes é o amplo espectro de usuários que o utilizam, constituindo-se a mídia realmente interativa de mais amplo alcance disponível atualmente contando com mais de 30 milhões de usuários apenas no Brasil [55] e com mais de 1 bilhão de usuários em todo o mundo [1].

Os celulares variam muito em capacidade e funcionalidades de um modelo para outro. Alguns apenas recebem chamadas e mensagens no formato texto *Short Messaging Service* (SMS) e possuem uma agenda simplificada, outros possuem recursos avançados como a possibilidade de recebimento de conteúdo multimídia (*Multimedia Message Service – MMS*), jogos, aplicações adicionais, acesso à internet (geralmente WAP – *Wireless Application Protocol*), alguns oferecem recursos de programação de aplicações e vários já são produzidos como computadores de bolso, inclusive com os mesmos sistemas operacionais utilizados neles. Certos aparelhos têm comunicação e sincronismo de dados com PC e computadores de bolso via infravermelho ou cabo de conexão, que permitem além da conexão do celular ao computador permitem também que o computador disponha de acesso à Internet utilizando a infraestrutura da rede celular.

Os novos celulares criados para atender à demanda das gerações 2,5 G e 3 G, está possibilitando algumas inovações para estes aparelhos, antes considerados meros transmissores e receptores de sinais, ou, quando muito, com comportamento semelhante ao de uma agenda. A partir de agora, os celulares começam a chegar ao mercado com possibilidade de desenvolvimento de *software*, dando liberdade à elaboração de aplicativos. Com isto, pode-

²¹ Um estudo sobre as características da ferramenta para desenvolvimento de aplicações móveis poderá ser encontrado em [51]

se dizer que os celulares passaram da classe de transmissor/receptor com agenda para serem classificados como computadores. Estima-se que o desenvolvimento de dispositivos sem fio, baseados em Java™, tenha atingido aproximadamente 15 milhões de unidades em 2001 e que este número excederá 100 milhões em 2002[77].

Segundo a Arc Group, Inc. [2], a próxima geração de telefones móveis prontos para a tecnologia Java terá a configuração apresentada na tabela 1:

Tabela 1 – Configuração típica dos telefones celulares

Tipo de CPU	Maioria ARM
Velocidade da CPU	30-400 MHz
RAM On board	128-384 kB
RAM	1-4 MB
ROM /Flash	8-24 MB
RAM para pilha Java	Maioria menos de 1 MB

O processador típico dos atuais celulares é de 16 ou de 32 bits, com a velocidade de *clock* variando aproximadamente entre 12 a 32 MHz, e com uma memória alocada para a máquina virtual Java e suas bibliotecas de cerca de 512 *kilobytes*. A máquina virtual Java utilizada nestes dispositivos é uma versão otimizada da JVM que recebeu o nome de *K Virtual Machine* – KVM, porque foi projetada para ocupar apenas poucos Kb na memória dos dispositivos. Sem dúvida, é um desafio programar aplicativos robustos e com recursos SIG nestes Dispositivos Conectados de Configuração Limitada (CLDC – *Conected Limited Device Configuration*) [81]. Mas, os celulares estão despontando com incrível força para atividades em campo, além do que, podem se aproveitar sua capacidade de conexão para buscar o processamento e armazenamento que lhe faltam em estações servidoras.

3.4.3.1 Tecnologias Utilizadas para a Comunicação

As redes de telefonia móvel utilizam tecnologias distintas para efetuar uma comunicação, apesar de praticamente não existirem mais redes transmissão analógica em funcionamento, a velocidade de transmissão pode variar muito dependendo da capacidade do cliente e da infra-estrutura da rede à qual ele está conectado. Os custos também podem variar substancialmente, dependendo da solução adotada. As redes de celular convencional como a TDMA (*Time Division Multiple Access*) oferecem acesso a 9600 bps (bits por segundo) até 19200 bps. Todavia, a modernização dos serviços em todo o mundo, inclusive no Brasil, está possibilitando velocidade superior. Estas evoluções são conhecidas como novas gerações da

telefonia celular. A Segunda Geração e meia de Telefonia Celular (2,5 G) e a Terceira Geração de Telefonia Celular (3 G) já surgiram e possibilitam comunicação em alta velocidade, com altíssima mobilidade, podendo ser usadas em dispositivos portáteis, como computadores de mão com acesso à Internet com velocidade equivalente à utilizada pela maioria dos usuários domésticos. Grande parte dos novos serviços de telecomunicação que estão sendo criados dá aos usuários o direito de permanecerem conectados à Internet 24 horas por dia, sem ter que pagar por tempo conectado e sim pelos dados efetivamente transmitidos. Novas tecnologias possibilitam a criação de serviços de informação em tempo real, a um custo efetivo muito mais baixo e com taxas de transmissão muito maiores.

O serviço de comunicação orientada a GSM (*Global System for Mobile Communications*), que é responsável por cerca de 71% do mercado mundial de serviços digitais sem fio, já entrou em operação no Brasil. Além dos serviços convencionais de voz, redes deste tipo estão prontas para utilizar serviços de comunicação de dados, assim como implantar serviços de localização [84].

Há grandes operadoras de serviço de telefonia móvel no mundo apostando na tecnologia GSM, capaz de prover maior largura de banda e também serviços de localização a usuários móveis. A Telemar assinou um contrato com a Siemens de cerca de 256 milhões de dólares [74] para os próximos dois anos, com o objetivo de criar a rede da OI (operadora de telefonia celular da Telemar). Este está sendo o investimento inicial na infra-estrutura de rede, para implantação da tecnologia GSM pela operadora no Brasil. Isto pode ser uma medida do quanto é válida a aposta no acesso a Internet e serviços como o SBL por dispositivos móveis.

Além do GSM, há também o serviço da geração 2,5 G das operadoras com comunicação orientada a CDMA (*Code Division Multiple Access*). Este tipo de serviço é semelhante ao oferecido pelo GSM. No entanto, a sua cobertura ainda é restrita a regiões específicas, pois, o número de ERBs para atender o tráfego de alta velocidade é dezenas de vezes superior ao número necessário para atender voz no modo analógico. Desta forma, as operadoras que queiram disputar esta fatia de mercado terão que investir muito para o tráfego de dados em alta velocidade [4].

3.5 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES

Para a implementação do modelo proposto, diante de todas as limitações dos aparelhos e complexidade das aplicações a serem desenvolvidas para a oferta de SBLs, o ideal seria a

escolha de uma linguagem Orientada a Objetos poderosa e amplamente utilizada e que, adicionalmente, não sobrecarregasse os dispositivos móveis que ainda apresentam restrições em relação à capacidade. O aparelho que será utilizado como “*front-end*” deve ter como contra-partida uma ferramenta que permita o desenvolvimento rápido de aplicativos (RAD) e permitir a inserção de mapas. Já existe uma certa portabilidade de SIGs para dispositivos móveis, porém, disponibilizar novas aplicações com mapas deve ser uma tarefa cada vez mais ágil, pois o *time to market* das corporações é cada vez menor. O programador deve se preocupar com as dificuldades e restrições inerentes aos computadores portáteis e celulares: visores menores, mecanismos de entrada de difícil manipulação, memória e capacidade de processamento reduzidas e um sistema operacional menos poderoso. Portanto, o *software* utilizado em campo não pode ser projetado simplesmente como uma contrapartida do *software* existente no PC. Os formulários devem ser projetados para minimizar os esforços de captura de informações. A interface deve ser simples e direta, com funcionalidade específica. Compreender os desafios específicos da tecnologia móvel e do seu uso em campo é o primeiro passo para o desenvolvimento de aplicações que venham a ter um grande sucesso junto ao mercado.

Com o advento da Internet e da interface Web consubstanciada nos aplicativos de navegação (*browser*), há uma forte tendência de que os sistemas tenham um número muito maior de usuários e uma interface mais interativa e intuitiva. Além disso, o usuário deseja ter acesso aos dados geográficos, interagir com os mesmos e extrair as informações de seu interesse em um SBL. Muitas vezes não é importante para o usuário ter os dados em sua máquina ou saber se os mapas estão em uma representação vetorial ou são apenas imagens. O uso que se faz da informação tem maior importância do que a própria informação. À medida que o acesso a informação se tornar mais amplo, o que determinará o sucesso de um empreendimento será a capacidade de gerar mais resultados a partir de uma mesma informação, e não o mero acúmulo de dados não processados.

A tecnologia de desenvolvimento de aplicativos para *handhelds* e celulares vem evoluindo sensivelmente e já está sendo possível até respostas a comandos de voz como meio de interação entre os usuários e seus aparelhos. Porém, deseja-se mais do que uma forma agradável de interação, espera-se que as tecnologias para a criação de sites seguros suportem transações comerciais e a garantia de que a informação de posição do usuário seja confidencial e não esteja disponível para qualquer um.

O dispositivo móvel deve possuir em seu aparelho uma aplicação que permita o recebimento de SBLs e, nos casos em que o método de localização for Baseado no Aparelho, deve haver um módulo para o cálculo e envio da posição, que será utilizada pelo SBL. Caso a interação do usuário com o SBL seja sob demanda, a aplicação utilizada como interface de acesso ao serviço será acionada apenas no instante em que o usuário requisitar um SBL específico (se for baseada no aparelho a posição deverá ir juntamente com a requisição). A interface permanecerá ativa enquanto estiver em uso. Para este tipo de serviço, aplicações como navegadores de Internet servem muito bem ao propósito de entrega de um SBL já que permitem um uso geral ao mesmo tempo em que permitem a entrega de conteúdo personalizado montado dinamicamente no Servidor Web (lembrando, porém, da necessidade do módulo de cálculo de posição, caso seja baseada no aparelho). Se o método de localização for Baseado em Rede só há necessidade de uma única aplicação no dispositivo, utilizada como interface de requisição e recebimento de SBLs²².

Dispositivos móveis cujos métodos sejam baseados no aparelho que tenham sistema operacional multitarefa poderão implementar um módulo para rodar continuamente, enviando as informações de posição a serem utilizadas pelo SBL.

Os dispositivos móveis poderão receber seus SBLs em diversos formatos e por meio de variadas interfaces. Com a progressiva difusão da Internet em ambientes fixos e móveis, ela tem se tornado cada vez mais flexível e robusta, podendo avançar ainda mais, à medida que os aparelhos e navegadores adotam os padrões da indústria. Eles facultam o uso de tecnologias como ASP (*Active Server Pages*), HTML (*Hiper Text Markup Language*), XML (*eXtended Markup Language*), GML (*Geography Markup Language*), WAP (*Wireless Application Protocol*), SMS (*Short Message Service*), MMS (*Multimedia Message Service*), Java, Java Script, VB Script, etc., às quais, em breve estarão poderão estar presentes tanto em celulares como em *handhelds*. No entanto, a maioria dos navegadores disponíveis para dispositivos portáteis não está apta a trabalhar com uma variedade de formatos e padrões, alguns deles restringem-se apenas ao uso de WAP.

Ao implementar um SBL pode-se optar entre interfaces construídas especificamente para serem cliente deste tipo de serviço constituindo-se, assim, um *software* proprietário; utilizar navegadores (para WAP e HTML) ou receber através dos próprios serviços de

²² Apesar de existir a necessidade de apenas uma interface de acesso

mensagens da operadora (SMS, MMS). Os serviços de mensagem das operadoras já são aptos a receberem mensagens em tempo-real e estão sempre disponíveis quando o usuário estiver dentro da área de cobertura. A utilização de navegadores não se mostra muito viável devido aos, ainda pobres, mecanismos de atualização dinâmica de páginas nos *browsers* de dispositivos móveis.

A plataforma de desenvolvimento proporcionada pelo ambiente Java da SUN [80] foi a primeira completa neste campo, pois permite desenvolver desde aplicativos Java para o servidor (*servlets*) até o desenvolvimento de soluções para dispositivos móveis como celulares (MIDP – *Mobile Information Device Profile*) [79] e *handhelds* (CLDC – *Connected Limited Device Configuration*) [81]. A plataforma Java 2 Micro Edition™ [82] foi criada pela SUN para o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis.

Quais os motivos que levariam à escolha da plataforma Java para a implementação de SBLs? Os motivos que orientam a escolha em direção a esta linguagem são muitos e são comentados a seguir [78]:

- (i) Java é uma linguagem Orientada a Objetos, flexível e independente de plataforma, tendo componentes que possibilitam a criação de sistemas altamente escaláveis e interoperáveis. Ela é a linguagem escolhida para desenvolver *Thin Clients* conforme mencionado no item 3.5.
- (ii) Java é simples, pois preserva o poder da linguagem “C”, aliado a uma menor complexidade. Ela é segura, robusta, independente de plataforma, e, idealizada para portabilidade. É uma linguagem familiar para a maior parte dos desenvolvedores e organizações devido à sua ampla disseminação e sua derivação da linguagem C.
- (iii) A plataforma de desenvolvimento Java2™ da Sun suporta várias plataformas de *hardware* desde *smart cards*, *handhelds* e *notebooks* até servidores e *mainframes*. Esta plataforma é empregada para desenvolver aplicações Java (cliente e servidor), Java *applets* (*plug-ins* do navegador), Java Beans™ (componentes reusáveis). Além disto, há máquinas virtuais Java para praticamente todo tipo de *hardware*, o que possibilita a independência de plataforma.

- (iv) Além de todas estas vantagens da linguagem Java, ainda há uma aliança da Sun com fabricantes de *software* SIG. Esta aliança visa o desenvolvimento tanto do SIG completo na linguagem Java, quanto a implementação de SBL neste ambiente, utilizando os conhecimentos em SIG destas empresas e a portabilidade da linguagem Java.

A ESRI [24] tem o Servidor de Mapas ArcIMS e desenvolveu o MapObjects Java, uma nova versão do MapObjects, seu componente Active X para o desenvolvimento de SIG em linguagens como C, Delphi e Visual Basic. O MapObjects Java é um componente que, sendo utilizado na Plataforma Java2 da Sun, possibilita também o desenvolvimento de soluções SIG em dispositivos portáteis.

A Mapinfo [46] também é outro exemplo de empresa que começa a apresentar soluções para o mercado de SIG móvel e SBL utilizando Java, destacando-se o MapXtreme Java edition, o servidor de mapas que a empresa comercializa. Na Europa a Mapinfo já implementou sistemas baseados em WAP para celulares, Palm e WinCE capazes de realizar consultas baseadas em localização. Também já desenvolveu uma plataforma própria para a realização de CRM (*Customer Relationship Management*) em campo.

Existem outras iniciativas de desenvolvimento de aplicativos para ambientes SIG em rede, independentes de plataforma, utilizando a linguagem Java. Algumas inclusive, são de *software* livre, como o projeto Jshape [38] e Wshape [94]. Porém, a iniciativa mais madura e sólida até a data de defesa desta dissertação é a da SUN, que engloba todos os níveis de *hardware* e tem parcerias fortes nesta área [76].

3.5.1 APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE (API) E PROTOCOLOS

A informação sobre a localização do usuário é fundamental para a oferta de SBLs. Os métodos de posicionamento foram vistos na seção 3.2, mas a forma como as aplicações irão recuperar esta informação não foi discutido na referida seção, por se tratar de um aspecto de implementação. Para a tarefa de se recuperar a informação de posição foram criados protocolos que disciplinam como deve ser a troca de mensagens para se obter informações de posicionamento.

Os primeiros se referem à obtenção de posição a partir do GPS. Os três principais protocolos utilizados para esta função são: NMEA (*National Marine Electronics Association*),

TSIP (*Trimble Standard Interface Protocol*) e o binário Rockwell. Eles especificam um padrão para a transmissão de dados do sistema GPS.

O mais utilizado dentre eles é o NMEA, considerado como um padrão para a transmissão de dados GPS. Ele especifica os padrões de recebimento de mensagens em formato texto do GPS. Cada mensagem é composta de uma seqüência de sentenças com significado específico. As sentenças podem trazer diversos tipos de informação como dados sobre posição: latitude, longitude, altitude e dados adicionais como GDOP (*Geometric Dilution of Precision*) que auxiliam na análise da informação recebida.

Existem também os protocolos para obtenção da posição a partir da Rede. Os principais protocolos utilizados para este fim são o Parlay [66], LIF (*Location Interoperability Forum*) [44], WAP Location Fórum [90]. Todos estes protocolos foram chamados por seus especificadores API (*Application Programming Interface*), porém eles não contêm funções para serem chamadas a partir de uma aplicação e sim especificam uma seqüência de mensagens, sendo então, melhor definidos, como protocolos. No entanto, como na referência serão encontrados termos como LIF API, Parlay API, etc., estes termos serão mantidos.

As funcionalidades de todos eles se sobrepõem em alguns pontos e serão mais ou menos completos em um ou outro aspecto. Porém, não há um mapeamento direto nem dos nomes utilizados nem de suas funcionalidades, o que impossibilita uma comparação ponto a ponto entre eles.

Descrevendo-as de um modo geral, as APIs suportam funções de recuperação de informações sob demanda (instantânea), ou ativada por eventos (como intervalos de tempo, ou regiões específicas), sendo que assumem que a informação será entregue ao cliente (servidor ou usuário final) mediante uma consulta (de resposta instantânea ou ativada por eventos). Elas podem usar o HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) POST para transportar os dados sendo que o WAP Forum pode usar o WSP (*WAP Session Protocol*). O LIF surgiu no ano 2000 com o objetivo de que o mercado de localização não sofresse fragmentações, com ilhas incomunicáveis entre si. A última versão de seu protocolo MLP (*Mobile Location Protocol*) ficou pronta em 06 de junho de 2002, e, apesar de estar disponível para uso, vem sofrendo alterações a cada nova versão.

Todas as APIs são formalizadas através de definições de tipo (*Document Type Definition* - DTD) em documentos XML. Estes documentos contêm pares elemento-

propriedade, que definem, respectivamente, o tipo de informação e seu conteúdo. Apesar de terem sido criadas para resolver o problema de localização de um dispositivo móvel, as APIs não apresentam uma correlação direta entre seus tipos. Os tipos existentes em uma podem não existir em outra ou aparecerem com uma definição de tipo com nome e formato de dados diferentes. Os elementos têm seu conteúdo diretamente relacionado à posição do usuário e há vários elementos com funcionalidades adicionais como informar a privacidade da posição do usuário. Não é objetivo desta dissertação analisar os detalhes da estrutura interna dos protocolos. As suas definições, seus elementos e suas sentenças podem ser encontradas nas respectivas especificações.

3.6 COMUNICAÇÕES SEM FIO

A oferta de SBLs em Sistemas Móveis baseado em *Web Map Services* implica a existência de meios de comunicação para a transmissão de requisições e respostas que acompanhem a mobilidade dos usuários. O meio utilizado deve ter a mobilidade exigida pela aplicação e deve ser capaz de transmitir o volume de informações sem maiores problemas. Nestes sistemas, a comunicação é um fator crucial, pois costuma ser o “gargalo” de soluções em que há uma grande troca de mensagens entre o cliente e o servidor. As unidades móveis enviarão mensagens de solicitação de serviço ao servidor, que as processará e enviará os resultados correspondentes às solicitações. O servidor poderá enviar desde propagandas e ordens de serviço até mapas com rotas, e, concomitantemente, as unidades móveis precisarão enviar determinadas informações ao servidor e, de tempos em tempos, a atualização de sua posição.

Os usuários domésticos e de empresas contam com várias formas de conexão à Internet. Além do acesso discado convencional eles têm a disponibilidade de: linha dedicada de dados, satélite, ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), via cabo, etc. Nesta dissertação será descrito em mais detalhes apenas o contexto para os serviços de comunicação sem fio (*wireless*) que é o ideal para os sistemas móveis.

Os meios de comunicação poderão utilizar qualquer uma das tecnologias disponíveis: serviços pessoais de comunicação oferecidos pela rede celular como TDMA (*Time Division Multiple Access*), CDMA (*Code Division Multiple Access*), GSM (*Global System for Mobile Communications*), AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*); celular global (Iridium, Global Star), que, apesar de mais caro, cobre regiões aonde outros não chegam; redes de satélites

como Inmarsat e OrbComm; Radio Trunk e, além destes, rede dedicada de rádio, através de modem acoplado ao rádio convencional (UHF/VHF).

A escolha de um desses meios de comunicação pode variar substancialmente de empresa para empresa. Por exemplo, caso a empresa já possua uma infra-estrutura de comunicação via rádio com sua equipe de campo ou deseje adquirir os aparelhos e construir uma rede própria de rádio dedicado convencional UHF/VHF (será necessário acoplar modems ao sistema). Isto acarretará uma diminuição de gastos com tarifas mensais pagas às operadoras. Qualquer que seja a opção escolhida pela empresa, seria desejável que a comunicação fosse orientada à Internet, o que levaria a uma completa utilização do potencial dos SBLs [87].

Com o surgimento e implantação de novos serviços de telecomunicação a nível mundial surgem oportunidades nunca vistas anteriormente. Por exemplo, disponibilizar aos usuários móveis a capacidade de realização segura de transações, alavancará a realização de negócios *on-line*, um novo conceito bastante comentado atualmente, que é conhecido como *m-commerce* ou comércio móvel²³.

Adicionalmente, as próprias operadoras dos serviços de telecomunicação se vêem pressionadas, diante da enorme concorrência, a oferecer aos seus assinantes outros tipos de serviços, bem como em melhorar os serviços prestados, garantindo a satisfação de seus clientes, a fim de não perdê-los para a concorrência.

Há também outros fatores que pertencem ao domínio dos serviços de rede: o gerenciamento, cadastro e operação dos clientes devem ser possíveis via *Web* e a existência de sistemas e protocolos de Internet que proporcionem a segurança das transações, utilizando tecnologias como SSL (*Secure Socket Layer*) e encriptação de dados.

3.7 POSSÍVEIS ESTRATÉGIAS DE IMPLANTAÇÃO

Uma empresa poderá optar por diversas estratégias para implementar a tecnologia baseada em localização e os serviços correlatos [47]:

²³ Na seção 4.1, ao analisar o mercado e os serviços SBLs, serão traçados os cenários e funcionalidade para este e outros tipos de aplicação que serão explorados em mais detalhes.

- 1) O provedor de serviços provê a rede, as aplicações e o relacionamento com o cliente. Neste modelo o provedor arca com os custos e mantém a maioria dos retornos.
- 2) O provedor de serviços possui a rede e oferece aos seus parceiros o acesso a seus clientes para a oferta de serviços. Neste modelo o provedor de serviços e o provedor de aplicações compartilham os custos e o retorno sobre os investimentos.
- 3) O provedor de serviços permite que portais e provedores de serviços de aplicação tenham acesso à rede para gerar mais tráfego de dados. Neste modelo o provedor de serviços obtém receita apenas pelo preço pago por tempo de acesso. Neste caso o serviço poderá ser cobrado de diversas formas:
 - a) Mensalmente pelo acesso a serviços de localização;
 - b) Minutos de uso;
 - c) Por pacote de dados ou por SMS e MMS enviadas;
 - d) Por anúncio de propaganda gerado;
 - e) Outras empresas podem cobrar pelo desenvolvimento e hospedagem de aplicativos ou soluções para o mercado empresarial.

Há várias corporações atentas para este novo filão de mercado. Oferecer aos usuários serviços e produtos que venham ao encontro de suas necessidades e exatamente no momento em que ele esteja próximo ao recurso que deseja, pode ser a nova arma para um *marketing* altamente direcionado e eficaz.

4 UM MODELO ORIENTADO A OBJETOS PARA SBL

4.1 DESCRIÇÃO DO MINI-MUNDO

Neste capítulo, será proposto um modelo Orientado a Objetos (OO), que pode ser pensado como uma ontologia para todo tipo de aplicação em que a informação relacionada à posição do usuário é crucial para determinar o tipo de informação que lhe será entregue. Estes sistemas podem ser genericamente chamados de Sistemas Baseados em Localização (SBL). Nesta categoria de serviços, Provedores de Informação distribuem, através da Internet e da rede de comunicação móvel (e.g. rede celular), informações associadas a elementos geográficos, que são objetos que possuem uma localização no mundo real. Este tipo de aplicação necessita do concurso de uma variedade de sistemas e de fontes de informação que, quase sempre, são de empresas distintas, o que torna a tarefa de modelagem e criação deste tipo de sistema uma atividade não trivial, por envolver a complexidade de várias áreas de negócio. Como é quase impossível que uma única empresa assuma todos os serviços necessários para o bom funcionamento do sistema, torna-se imprescindível estudar a interoperabilidade entre os módulos.

Já existem diversos provedores de informações, bem como diversos servidores de mapa em funcionamento no Brasil e no mundo. Estes provedores já construíram seus sistemas e as suas regras de negócio estão em pleno funcionamento. Portanto, há que se criar um mecanismo de interação entre os provedores, sem que seja necessário reestruturar as atividades básicas de cada um.

Neste contexto, a interoperabilidade é o principal aspecto a ser tratado pela modelagem e o seu grau varia de fracamente acoplado até fortemente acoplado. No caso de fortemente acoplado, a interoperabilidade ocorre ao nível de componentes, ou seja, cada um dos componentes deve ter uma estrutura interna compatível com os outros componentes para que eles sejam capazes de se comunicar. Este caso seria de difícil solução, pois, levaria a uma reestruturação dos serviços já existentes. Para o caso de fracamente acoplado, não há necessidade de se alterar a estrutura interna dos módulos. Neste caso, o acoplamento se dá apenas ao nível de troca de mensagens. Os módulos continuam funcionando com a estrutura interna escolhida durante a implementação, e, para implantar novos serviços, é necessário apenas que se conheça a estrutura dos módulos e se estabeleça um padrão para a troca de mensagens entre eles.

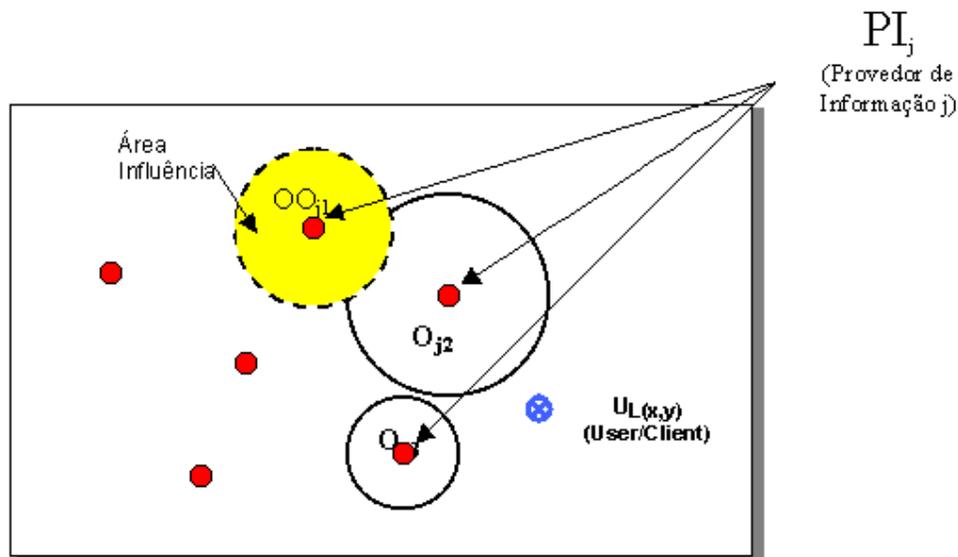
É importante a capacidade de atender a alguns requisitos [45], como dispositivos que estejam ativos a qualquer hora e em qualquer lugar, com independência de fabricante e do sistema de posicionamento utilizado e podendo cooperar com todos os servidores de rede. Há outras questões a serem respondidas, por exemplo, qual o limite de atuação entre os servidores, quem é responsável pela sincronização dos dados, como a privacidade é mantida e como a transação ocorre.

A modalidade de serviços aqui discutida trata de um sistema cliente/servidor, em que o *software* hospedado no servidor e o hospedado no cliente têm capacidade de se comunicar e de serem sensíveis ao contexto no qual o cliente está inserido (sua localização, seu perfil, horário, situação do local, etc.), realizando certas atividades (processamento, envio de mensagens e mapas, etc.) em função deste contexto.

Com a finalidade de facilitar o entendimento do mecanismo de um SBL é apresentado um *Overview* de seu funcionamento. À medida que um usuário se desloca no espaço, ele se aproxima de elementos geográficos ou objetos espaciais. Caso ele deseje obter dados a respeito destes elementos poderá encontrá-los em algum Provedor de Informação (PI). Cada PI possui informações georreferenciáveis referentes a um conjunto de Objetos Espaciais (C_{OE}). Assim, um determinado PI denominado PI_j (fórmula 3) armazena informações sobre os Objetos Espaciais ($OE_{j1}, OE_{j2} \dots OE_{jn}$) de seu domínio (fórmula 4). Cada Objeto Espacial tem uma área de influência. A fim de que cada usuário receba apenas informações relevantes, a sua posição e perfil serão verificados para determinar o instante em que um usuário adentra na área de influência de um objeto espacial específico, cuja categoria seja de seu interesse, conforme especificado em seu perfil. Estas assertivas são válidas para objetos espaciais armazenados no conjunto de Provedores de Informações existentes (C_{PI}). Cada Provedor de Informação (PI_j) disponibilizará uma série de informações sobre um conjunto de objetos espaciais (figura 24). Tem-se assim:

$$C_{PI} = \{PI_j \mid j = \{1,2,3\dots n\}\} \quad (3)$$

$$C_{OE} = \{OE_{j,k} \mid j, k = \{1,2,3\dots n\}\}, \text{ sendo que } j \text{ é o índice referente ao PI e } PI_j \text{ armazena informações sobre os objetos espaciais } OE_{j1}, OE_{j2}, \dots OE_{jn}. \quad (4)$$



Informações relacionadas aos Objetos O_{j1} , O_{j2} , e O_{j3} são distribuídas pelo Provedor de Informação j.

Figura 24 – Provedores de Informação e a área de influência de seus objetos

A fim de cobrir todos aspectos discutidos acima, é proposto um modelo orientado a objetos baseado em UML [56] e mantendo a compatibilidade com os padrões já definidos pelo Open GIS. Incorporou-se a estrutura básica dos elementos espaciais dispostos na especificação GML [62], particularmente os *schemas Geometry* e *Feature* que serão apresentados na seção 4.2.1 e seção 4.2.2, respectivamente. No tocante aos servidores foram incorporadas várias estruturas da especificação WMS do Open GIS [60]. Outros *schemas* serão adicionados, quando necessário, a fim de se conseguir formar um modelo abrangente para SBL.

As tecnologias de posicionamento, usuários móveis, servidores de mapa e os próprios SBLs formarão um *framework* abrangendo as principais operações e atributos que este tipo de sistema deve ter, possibilitando a implementação de qualquer tipo de aplicação SBL a partir da estrutura de classes proposta, contanto que se implemente mecanismos de herança para as novas categorias de aplicações que surgirem.

De acordo com as diretrizes da UML, primeiramente serão definidas as intenções e necessidades de usuários e das aplicações SBLs, através do uso de funções modeladas em Casos de Uso. Depois, baseado nas tecnologias existentes, aderentes aos padrões do Open GIS e abrangendo as funções modeladas nos Casos de Uso, será criada uma hierarquia de classes com seus atributos e operações. Para cada elemento do modelo será definida uma ontologia, que será o conhecimento ou definição formal de cada elemento componente do

SBL com o exato significado do que ele representa, sendo que uma descrição mais detalhada de seus atributos e operações poderá ser encontrada no Dicionário de Dados (Apêndice A).

4.2 ANÁLISE DE REQUISITOS

Neste tópico será realizada uma abordagem dos requisitos funcionais, que são representados em UML através de diagramas de Caso de Uso. Nestes diagramas são apresentados os requisitos funcionais do sistema através de cenários, onde são exploradas algumas situações reais que o sistema deve abranger. Os atores representam, por definição, entidades externas ao sistema, mas, como os componentes de um SBL serão, quase sempre, independentes e provenientes de fontes distintas preferiu-se tratar estes componentes como atores em um primeiro momento, pois, os mesmos são, de certa forma, externos às outras partes e se comunicam através de mensagens. Cada Caso de Uso representa uma seqüência de ações executadas pelo sistema.

Nos SBLs, o usuário móvel, em geral, deseja receber conteúdo personalizado armazenado em Provedores de Informação. O conteúdo recebido deve ser sensível à localização e, desta forma, torna-se necessário um sistema de localização para determinar a posição do usuário. Os Provedores de Informações têm, em suas bases de dados, conteúdos referentes a situações ou objetos do mundo real, que podem ser considerados elementos geográficos, cuja posição é fixa e, geralmente, referenciada por seu endereço postal. O Usuário Móvel tem acesso à Internet por meio de serviços de rede, que incluem os protocolos da Internet e os meios físicos de conexão para dispositivos móveis abordados na seção 3.6 (celular, satélite, etc.) e deve haver um mecanismo que possibilite o monitoramento contínuo da posição do usuário. Este mecanismo consiste em um Servidor de Coordenadas que utiliza um dos métodos vistos na seção 3.2 para calcular a posição do usuário. A fim de que o conteúdo possa ser automaticamente enviado a um usuário com base em sua localização, o Provedor de Informações deve requisitar ao Servidor de Coordenadas a posição do usuário em intervalos de tempo pré-determinados.

4.2.1 ATORES

Um ator representa um conjunto coerente de papéis que os usuários (seres humanos, dispositivos de hardware ou outros sistemas) dos casos de uso desempenham, quando interagem com esses casos de uso.

A seguir serão apresentados os principais atores que entram em contato com um Serviço Baseado em Localização e, após a apresentação e descrição destes, a seção 4.2.2 apresenta os casos de uso requeridos pelos mesmos.

1) Cliente Comum

Usuários comuns poderão estar interessados simplesmente em chegar em um lugar que nunca estiveram antes e poderem passear tranquilos pela cidade, com um dispositivo que os oriente fornecendo rotas, mapas de localização guias e mecanismos para encontrar endereços através do uso de um navegador remoto. O SBL disponibiliza a ele informações sobre produtos e serviços em geral (farmácias, hospitais, lojas, etc), com base em sua localização e em suas preferências.

2) Cliente Navegação

Este tipo de cliente tem a necessidade de se orientar em relação a mapas básicos (com ruas, praças, bairros, rodovias, limites municipais, etc.) e saber onde se localizam alguns pontos de seu interesse, bem como encontrar uma forma de se deslocar da posição em que se encontra até os mesmos.

3) Funcionário de Empresa

Este ator representa o papel de funcionários das empresas que precisam gerenciar recursos geograficamente distribuídos como equipamentos, propriedades e funcionários. Estes podem contar com o auxílio do SBL para realizar atualizações em sua base cadastral e gerenciar reparos de equipamentos urbanos, sinalização viária, condições de pavimentação de rodovias, postes, antenas, redes de telefonia, esgoto, água, gás, luz, bem como realizar o inventário destes elementos, inserindo-os em mapas já existentes.

4) Central de Ordem de Serviços

A Central de Ordens de Serviço de empresas que tenham equipes de trabalho em campo e queiram aproveitar melhor os seus recursos e aumentar a eficácia na realização das atividades de sua equipe. Por exemplo, a ocorrência de uma falha em algum ponto da rede de uma concessionária do serviço de energia elétrica. Este fato deixará um grande número de consumidores no escuro e a central de atendimento da empresa receberá diversos chamados relativos ao mesmo problema até que a situação se normalize.

5) Gerador de Avisos/Anúncios

O papel deste ator é gerar e despachar mensagens que podem ser avisos, anúncios ou propagandas a clientes específicos que se enquadrem em um determinado perfil sempre que algum evento que atenda a certas restrições espaciais ocorrer.

6) Central de Emergências

Responsável por atender os chamados de urgência ou emergência, localizar a origem destes chamados e deslocar os recursos necessários ao pronto atendimento do chamador até o local da ocorrência.

7) Servidor de Transações

Contém mecanismos que possibilitam analisar a posição de usuários a fim de que, no caso de satisfeitas determinadas condições espaciais, oferecer ao cliente ofertas e promoções de produtos que possam ser comprados online pelo cliente ou em uma loja mais próxima.

8) Central de Operações Logística

A realização de atividades que exijam coordenação como logística, entrega, distribuição e operações *just-in-time*, poderá ser facilitada com o uso de sistemas sensíveis ao contexto da localização do usuário. Ele deverá receber as melhores rotas e ter a capacidade para lidar com fatos imprevistos, como mudança de rotas ou estabelecimento de novas prioridades de entrega.

4.2.2 CASOS DE USO

Nesta seção serão ilustrados os principais casos de uso para um Serviço Baseado em Localização. Estes casos de uso refletem a funcionalidade esperada pelos principais atores que irão interagir com o SBL. Eles serão apresentados agrupados em Diagramas de Casos de Uso que representarão, cada um deles, um conjunto de funcionalidades esperadas pelos atores descritos na seção anterior.

Antes de ser dedicada uma subseção a cada Diagrama²⁴, é apresentada a seguir uma listagem com os principais casos de uso:

Obter serviço	Geocodificar serviço	Receber atualização da emergência
Receber mensagem	Registrar serviço	Cadastrar chamado
Solicitar rotas	Acompanhar execução do serviço	Verificar perfil
Visualizar posição atual	Informar situação do despacho	Monitorar posição
Localizar endereço	Monitorar a posição de unidades móveis	Verificar condição de envio da mensagem
Consultar páginas amarelas	Geocodificar mensagens	Verificar promoções
Localizar estabelecimento	Solicitar posição do usuário	Enviar promoção
Consultar tráfego	Informar congestionamento	Dar acesso à transação online
Receber despacho de serviços	Enviar mensagem ao cliente	Cadastrar pedidos
Informar tempo e complexidade	Verificar perfil de cliente	Enviar novos pedidos ao entregador
Cadastrar ocorrências em campo	Localizar chamado	Fechar carga para entrega
Atualizar situação serviço	Geocodificar chamado	Geocodificar entregas
Executar serviço	Buscar unidade de saúde mais próxima	Gerar rota de entrega
Despachar serviço à unidade mais próxima	Enviar chamado para unidade móvel	

4.2.2.1 Usuário Comum de um SBL

Ao procurar por restaurantes, bares, bancos, caixas automáticos, serviços 24 horas, ou outros serviços, o usuário comum terá como resposta apenas os estabelecimentos próximos à sua posição (atual ou planejada) e personalizados de acordo com seus gostos e preferências

²⁴ Foi apresentada uma subseção para cada Diagrama exceto para a seção 4.2.2.3 onde foram apresentados dois Diagramas relacionados semanticamente.

definidas pelo seu perfil. Como exemplo, se um cliente de um determinado banco estiver no bairro de Copacabana e procurar por caixas eletrônicos, o SBL de páginas amarelas irá informar apenas os caixas eletrônicos do referido Banco que estiver em sua vizinhança. A resposta ao cliente poderá ser na forma de SMS (*Short Messaging Service*), MMS (*Multimedia Message Service*), e-mail, página da Web ou como dados de entrada de uma aplicação específica, dependendo da interface utilizada pelo cliente para requisitar o serviço. Na figura 25 é possível verificar as funções que um cliente comum busca quando acessa um SBL.

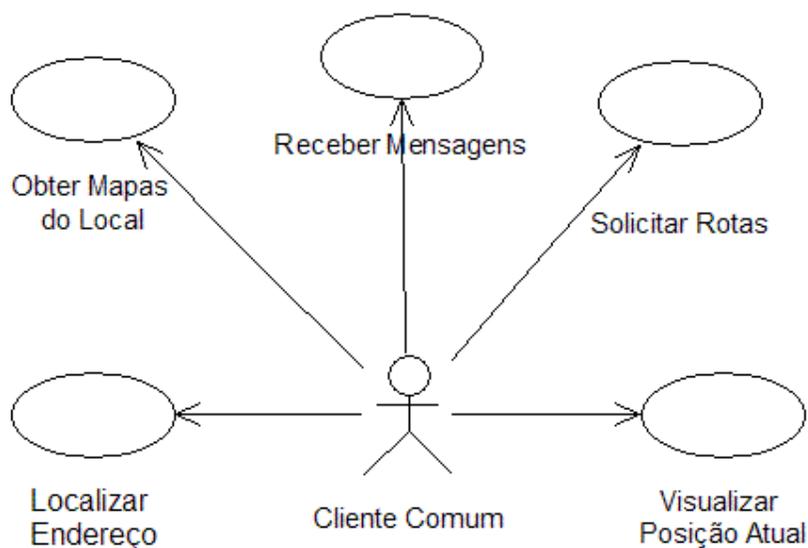


Figura 25 – Funções para um Cliente Comum

4.2.2.2 Serviços de Auxílio à Navegação

Um tipo de cliente específico é aquele que utiliza o SBL apenas para navegação. Por exemplo, ao alugar um carro nos EUA é oferecido, geralmente, como um opcional, o sistema *Hertz – Never Lost* com mapas de ruas, pontos turísticos, lojas e bancos. Este sistema utiliza um GPS como método de localização e mostra sempre a posição do usuário em um mapa da região onde ele se encontra, além de fornecer rotas partindo do ponto em que ele está até um destino escolhido. As informações de rota podem ser informadas aos usuários através de comandos de orientação, como, por exemplo, vire à esquerda a 200 metros. Este sistema foi projetado para ser *stand-alone*²⁵, portanto ele é apenas uma aplicação de localização e não um SBL. A desvantagem desta arquitetura para o fornecimento de informações baseadas em

²⁵ Um sistema é *stand-alone* quando ele tem o seu funcionamento independente de outras fontes, podendo trabalhar desconectado ou sozinho.

localização é a responsabilidade de manutenção de bases de dados sobre serviços, atualização de bases cartográficas e dependência de conhecimento prévio da região onde o fornecedor deste tipo de conteúdo irá atuar.

No Brasil, já começaram a surgir sistemas com a mesma facilidade, mas que ainda não estão disponíveis em locadoras de automóveis. Estes tipos de sistemas são vendidos diretamente a usuários finais e geralmente são compostos de um *kit* com *software* de navegação, GPS e base cartográfica urbana da região do usuário. A Maplink é um exemplo de empresa que comercializa este tipo de produto. O produto desta empresa pode funcionar *stand-alone* ou conectado ao servidor Web da empresa para receber informações sobre trânsito em tempo-real, podendo assim, ser considerado, além de uma aplicação de localização, um SBL. As funções que o usuário de serviços de navegação necessita são apresentadas na figura 26.

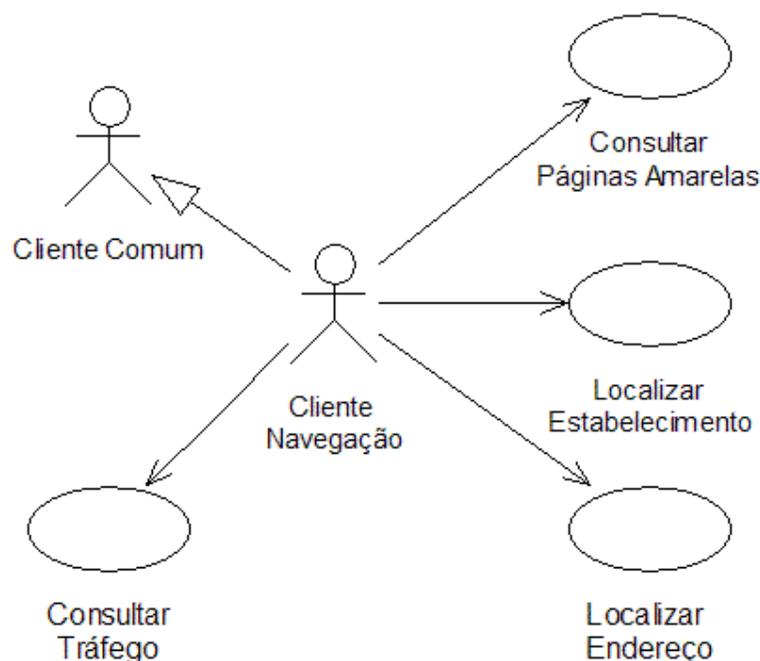


Figura 26 – Funções para Navegação

4.2.2.3 Gerência de Trabalho em Campo

Em se havendo uma base cadastral pode-se fazer um acompanhamento periódico de sua situação por equipes de campo e a atualização poderá ser realizada *online* no servidor de mapas, tornando a informação disponível a toda a cadeia de produção da empresa. O uso de “croquis” em campo ocasiona erros, consome recursos com a digitação posterior dos dados

em escritório e diminui a disponibilidade da informação, fatores que podem ser contornados com a implantação de um SBL. O dispositivo móvel do funcionário, que irá receber as ordens de serviço em campo, deve ter algumas funções que o auxiliem na execução de suas tarefas. Esta funcionalidade é ilustrada na figura 27, onde são abordadas as principais funções.

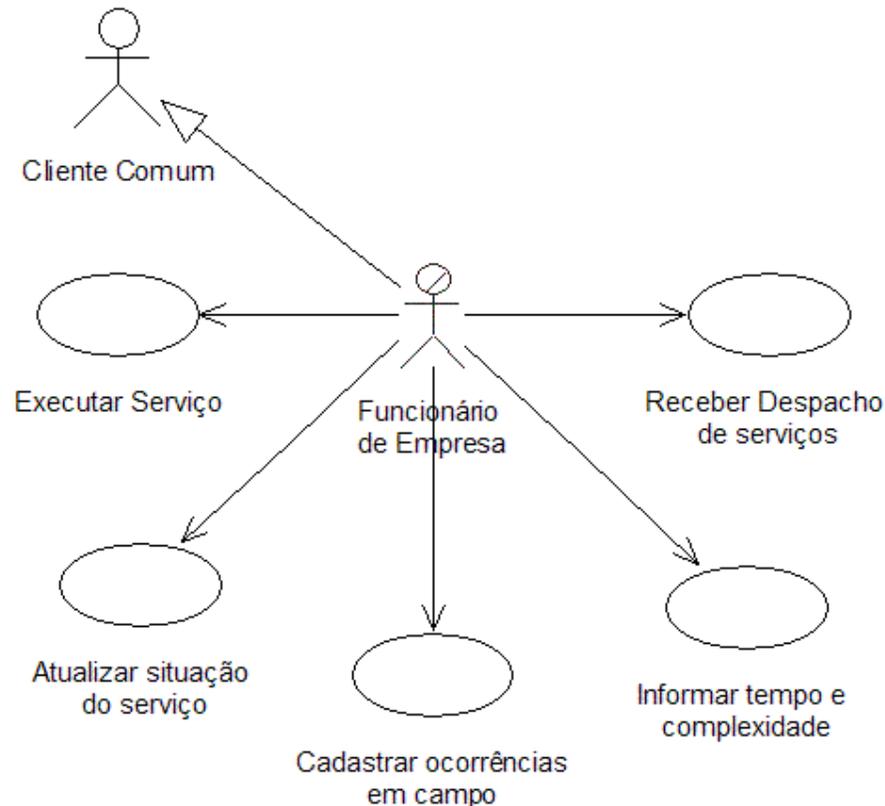


Figura 27 – Funcionário em Campo

A empresa que possuir um SBL em funcionamento pleno poderá localizar o veículo de serviço mais próximo ao local da ocorrência e atribuir-lhe a tarefa de reparo com uma alta prioridade. Ao mesmo tempo, o sistema já calcula a melhor rota para se chegar ao ponto de destino, enviando-a para o dispositivo móvel do funcionário que irá realizar o serviço. Chegando-se ao local da ocorrência, avalia-se a situação e informa-se à central a gravidade do problema, com uma previsão de tempo para o reparo. Depois de pronto o serviço, o funcionário em campo atualiza as informações e as envia de volta ao servidor, que as disponibiliza para a central de atendimento e para toda a organização. Com este tipo de sistema será possível diminuir o tempo de reparo e dispor de informações sempre precisas para clientes internos e externos à empresa.

Serviços de emissão direta de ordens de serviço à equipe de campo, de acordo com o inventário de ferramentas e estoques no veículo, inventário do estoque do armazém/escritório mais próximo, o tempo de deslocamento e prioridade dos outros serviços a serem realizados. Estes serviços deverão permitir também o monitoramento e acompanhamento da movimentação e do dinamismo da equipe de campo, através de aparelhos embarcados em veículos de serviço, caminhões, etc. Por exemplo, as empresas de transporte público de passageiros ou de transporte de cargas poderão, efetivamente, acompanhar a situação de seus veículos, verificando ocorrências de possíveis infrações, ou atrasos e desvios de rotas. A figura 28 apresenta os requisitos funcionais básicos que o software que gerencia o despacho de ordens de serviço, baseado na localização dos funcionários de uma empresa, deve preencher.

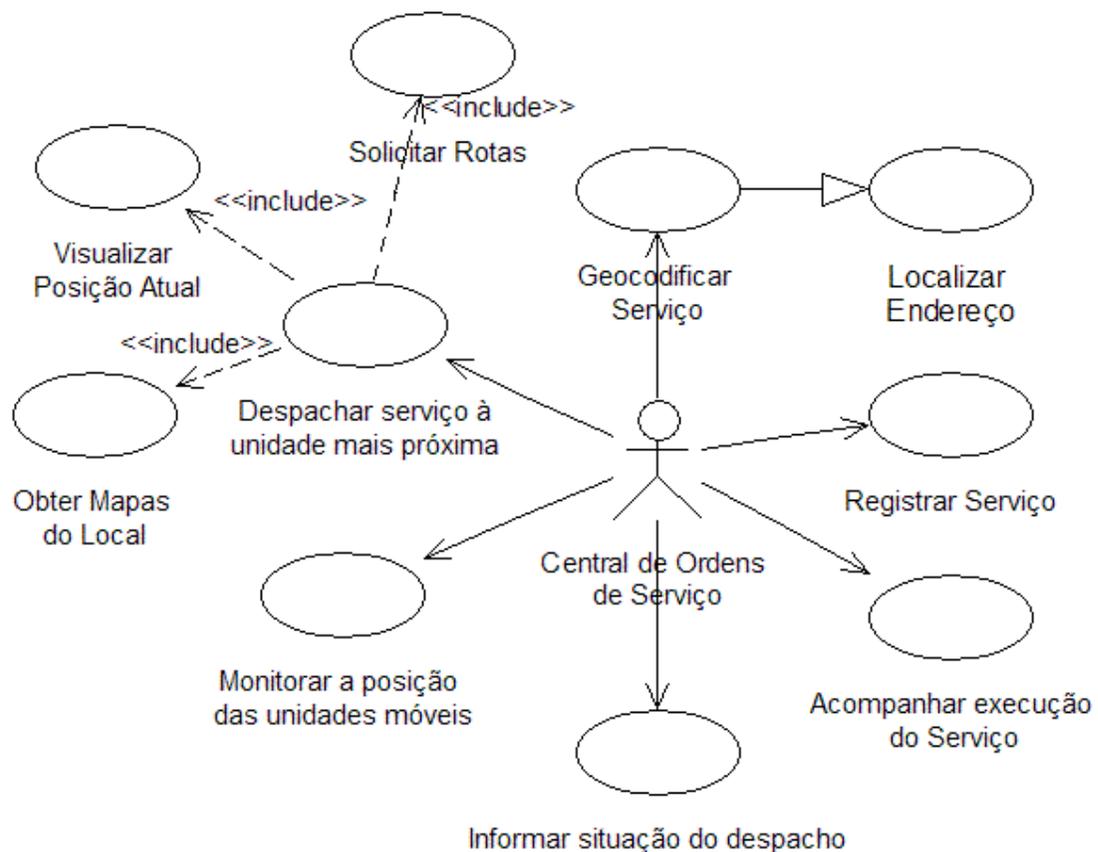


Figura 28 – Ordens de Serviço

4.2.2.4 Geração e Entrega de Anúncios

O marketing já usa há tempos o conceito de localização de clientes em potencial a fim de direcionar as propagandas. Por exemplo, quando você está em uma estrada e vê um

outdoor com o seguinte dizer “restaurante a 3 km”, na verdade está sendo utilizado um *marketing* baseado em localização. Todavia, sabendo-se onde o usuário está e monitorando-o para checar quando se aproxima do estabelecimento, será possível implementar estratégias de *marketing* muito mais diretas. Neste ambiente, a loja poderá enviar automaticamente uma mensagem, quando o usuário se aproximar, oferecendo descontos ou apenas mostrando as ofertas que estiverem de acordo com o seu perfil. Um mecanismo, conhecido como *Profile Matching* (PPME), combinará os gostos e as necessidades do usuário, entregando-lhes ofertas personalizadas, rotas de como chegar ao produto, sua descrição e outras informações sobre o mesmo. Em suma, as empresas poderão se beneficiar de um *marketing* altamente direcionado e com grandes chances de retorno.

O grande desafio deste tipo de serviço é evitar que passem de uma categoria útil para uma indesejável. Deverão ser evitados SPAMs e a oferta de anúncios deverá ser restrita ao perfil personalizado do usuário, com um conteúdo relevante para ele no contexto em que o mesmo se encontra, sendo que às empresas seriam imputados os custos pelo serviço de envio de mensagens e propagandas. A figura 29 apresenta, em linhas gerais, as atividades pertinentes a uma aplicação responsável pela geração de anúncios, propagandas, notícias, informações de trânsito, etc.

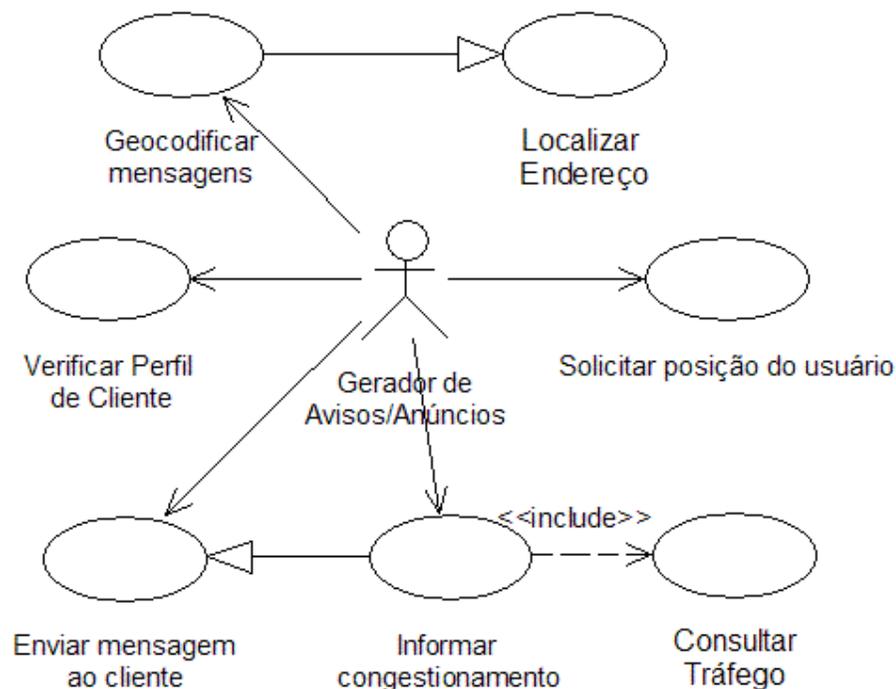


Figura 29 – Funções para a Geração de Anúncios

4.2.2.5 Serviços de Segurança e Emergência

Milhares de chamados que os órgãos de segurança recebem, através da chamada ao 190 da polícia (911 nos EUA), poderão ser rastreados se provenientes de celulares, o que auxiliará a polícia no cumprimento de sua missão. Situações parecidas podem ocorrer em outras áreas. Seguradoras e concessionárias de veículos precisam prestar socorro e outros serviços de assistência rodoviária, que incluem reboques, consertos, e serviços de emergência médica. É possível localizar o chamado e identificar o hospital ou ambulância mais próxima, enviando o socorro de uma forma muito mais rápida e evitando atrasos que poderiam ser fatais.

Existem também outras classes de serviços de segurança patrimonial ou pessoal. Neste caso, o patrimônio e/ou a pessoa passam a ser monitorados por uma central, que recebe alertas com o envio de mensagens, caso o patrimônio não esteja dentro da rota prevista, por exemplo. Várias medidas podem ser tomadas, caso ocorra algum problema com a segurança do item monitorado. Em se tratando de veículos, a central poderá cortar o combustível do veículo, lacrar seus cofres, acionar alarmes, pisca-alerta, etc. As funções básicas que um sistema de atendimento a chamados de emergência deve cobrir, principalmente em relação à localização, estão apresentadas na figura 30. O objetivo é que a central de operações esteja aparelhada para localizar a ocorrência e enviar uma viatura que chegue o mais rápido possível ao local.

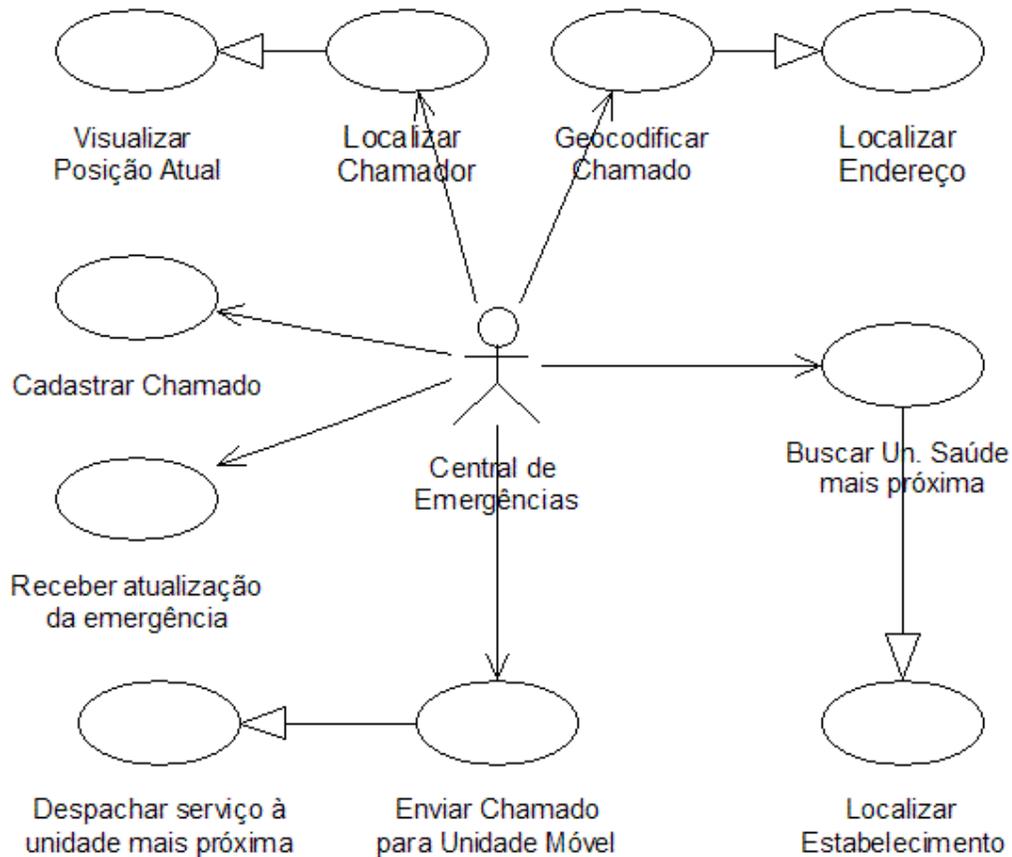


Figura 30 – Os Chamados de Emergência

4.2.2.6 Sistema de Transações Baseado em Localização

O sistema atual de comércio eletrônico poderá sofrer uma modificação considerável, pois um maior número de dispositivos conectados à Internet 24 horas por dia, aumenta o público potencial para a realização de transações. Um estímulo à prática do comércio eletrônico para dispositivos móveis (*m-commerce*) pode se dar através do envio de promoções aos usuários móveis. Essas promoções, se enviadas com base na localização, poderão incentivar usuários próximos aos estabelecimentos a realizarem transações. A realização de transações e alertas sensíveis ao contexto, para usuários móveis desponta como um grande atrativo à realização de negócios *online*, utilizando o canal móvel (celular e *handheld*) como meio de fechar negócio com clientes. Este tipo de aplicativo provê os mecanismos para um efetivo ambiente de *e-commerce*. Há uma oportunidade sem precedentes para a realização plena do *Business to Consumer* (B2C). O acesso a dispositivos capazes de realizar este tipo de transação é muito maior do que qualquer outro meio interativo já criado, pois o número de pessoas que possuem celulares é, de longe, superior ao número de pessoas que possuem

computadores com acesso à Internet. Os tipos de transações que poderão ser realizadas, de acordo com a localização do usuário, vão desde compras, até sistemas de vendas e CRM (*Customer Relationship Management*). As funções básicas, que este tipo de serviço deve ter, são mostradas na figura 31.

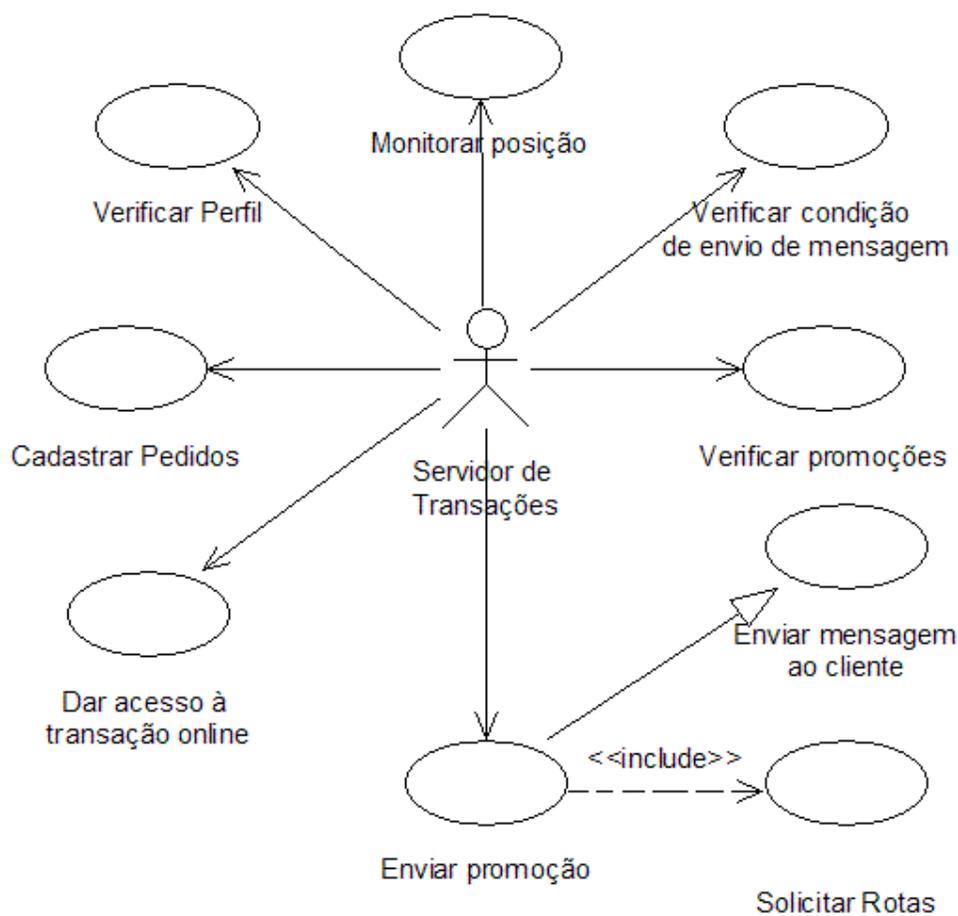


Figura 31 – Transações

4.2.2.7 Logística

As atividades de Logística podem ser realizadas de uma maneira muito mais flexível com o uso do SBL. Os sistemas de vendas podem ser altamente beneficiados, Quando, por exemplo, o vendedor estiver visitando um cliente e, após a visita, desejar saber quais são os outros clientes reais ou potenciais próximos à sua localização, para aproveitar e também visitá-los.

O diagrama apresentado na figura 32 representa as principais funções que uma central de operações de logística deverá executar, em especial, as relacionadas à localização de suas unidades móveis e da entrega de mercadorias.

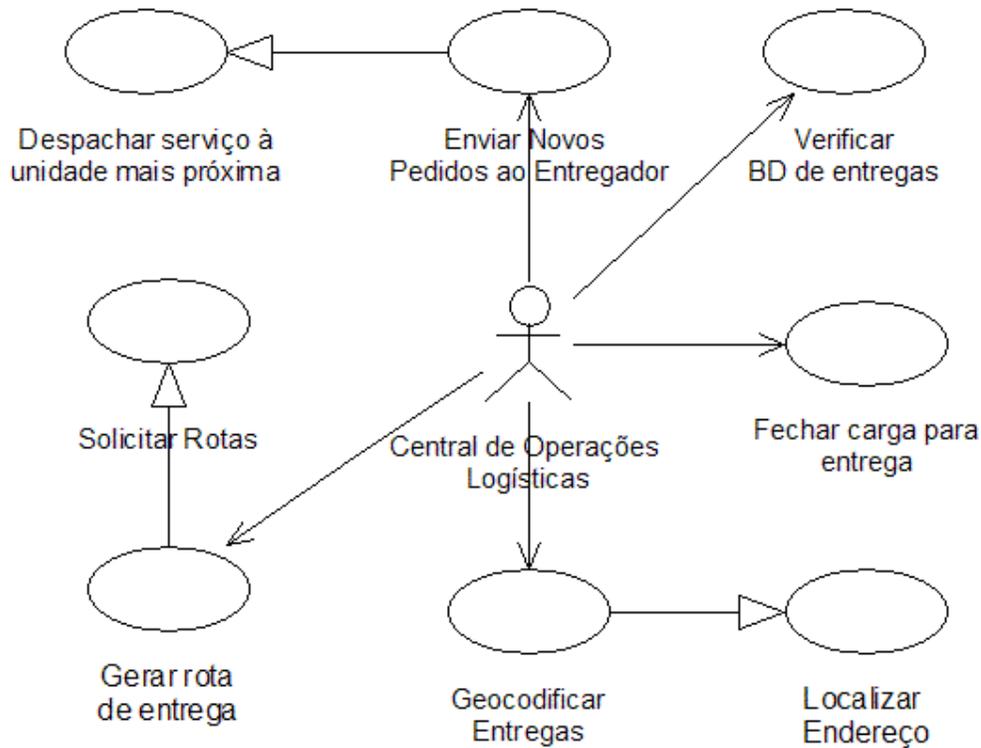


Figura 32 – Logística

4.2.3 DIAGRAMAS DE ATIVIDADES

Um SBL pode ser considerado um Sistema de Informações em que a recuperação das informações pode ocorrer sob demanda do usuário (instantânea), ou ativada por eventos (como intervalos de tempo, ou regiões específicas). Sendo assim, em se tratando de SBL, existem dois tipos básicos quanto à forma de ofertar o serviço: i) SBL Baseado em Eventos ou ii) SBL Sob Demanda.

4.2.3.1 SBL Sob Demanda

Em um SBL Sob Demanda, de forma similar à forma de interação cliente-servidor da Internet, o usuário submete suas requisições a um Provedor de Informações que coordena a requisição das coordenadas do usuário, a recuperação de informações, camadas de mapas, etc. A posição do usuário é recuperada do Servidor de Coordenadas com base em seu ID e será

utilizada como base para a recuperação de conteúdo alfanumérico e mapas. Neste caso, o usuário requisita um serviço, a sua posição é recuperada apenas naquele instante, então o servidor a utiliza como entrada para retornar as informações ao usuário (figura 33).

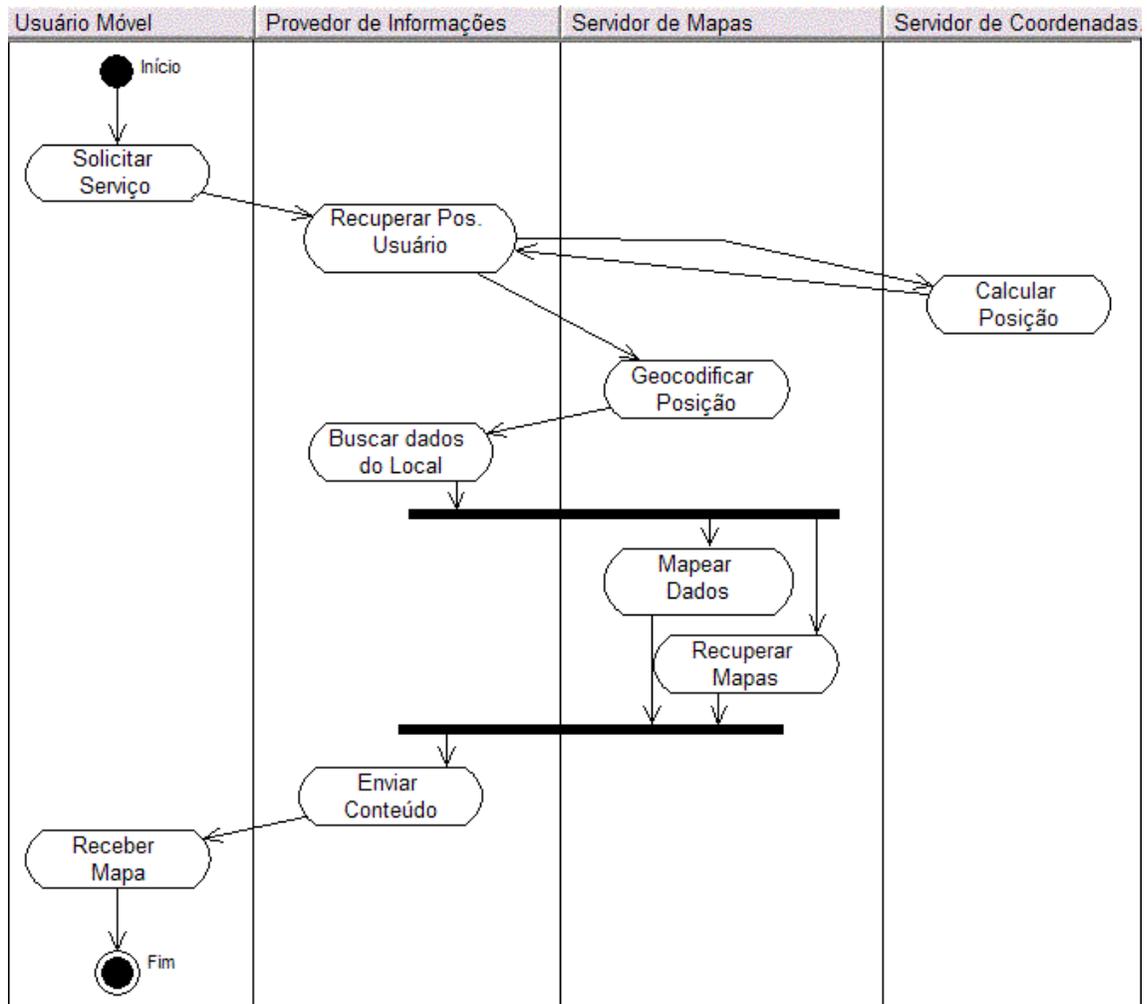


Figura 33 – Diagrama de Atividades SBL Sob Demanda

4.2.3.2 SBL Baseado em Eventos

Em um SBL baseado em eventos, o usuário determina o seu perfil e seu interesse em determinadas categorias de elementos geográficos. A partir de então, sua posição passa a ser monitorada em intervalos de tempo pré-determinados, para verificar se o usuário se aproxima de elementos de seu interesse (figura 34).

O funcionamento deste se assemelha ao caso do fornecimento de um SBL sob demanda. No entanto, quando o fornecimento do SBL for direcionado pela ocorrência de eventos, as requisições deverão ser respondidas apenas quando uma restrição espacial for

aceita, ou seja, apenas quando ele estiver próximo a certos elementos. Pelo fato de que estas regras ficam armazenadas em um banco de dados de algum Servidor da rede, não tem como ele ter conhecimento do instante em que tal situação ocorrer. Por isso, ele precisará que a aplicação utilizada como interface para o recebimento de SBL esteja continuamente ativa e conectada (o mesmo vale para o módulo cliente de posicionamento nos métodos baseados no aparelho).

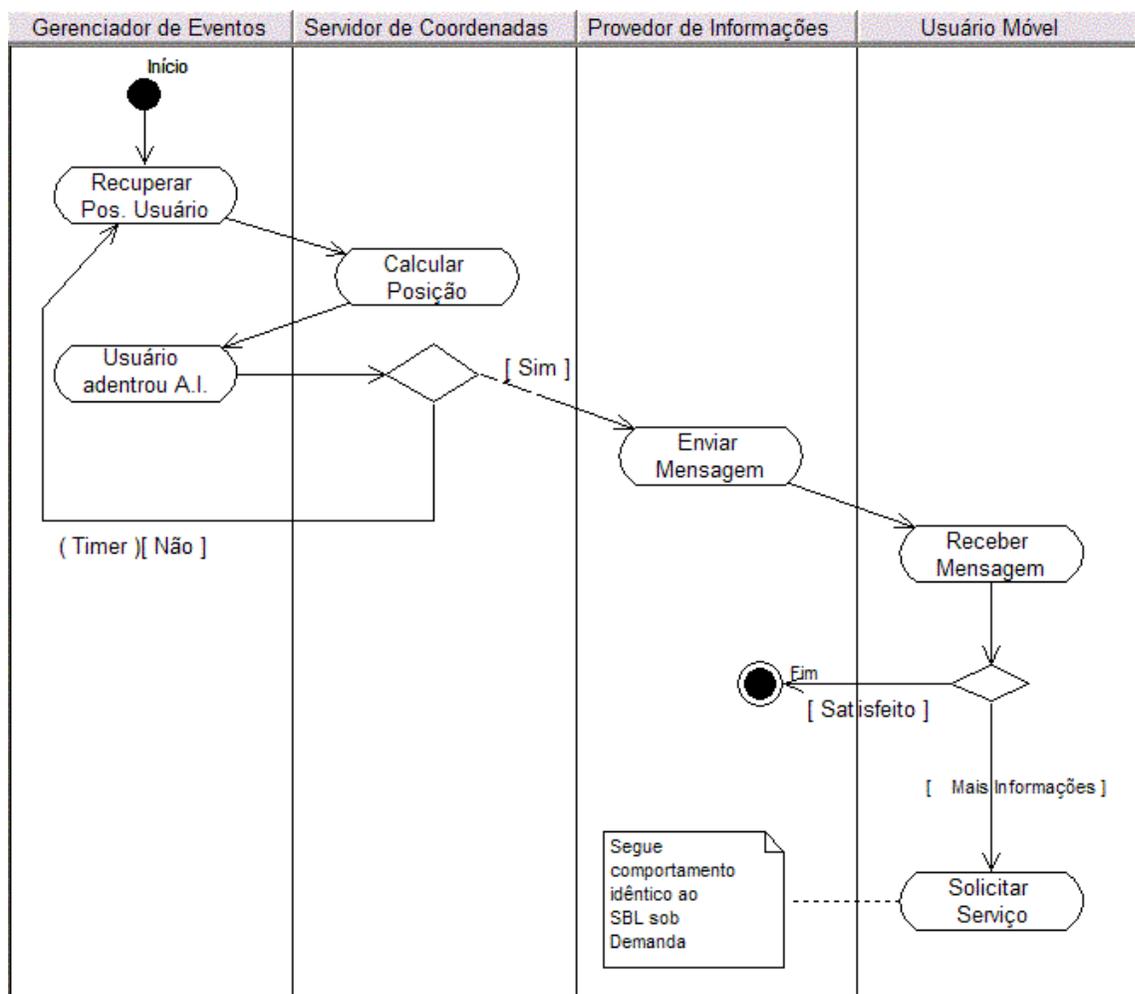


Figura 34 – Diagrama de Atividades de um SBL Baseado em Eventos

4.3 VISÃO LÓGICA

O modelo Orientado a Objetos para SBL aqui proposto, procura seguir estritamente as recomendações do Consórcio Open GIS em respeito aos assuntos que forem relacionados às mesmas, com o intuito de incorporar padrões já estabelecidos em SIG, facilitando sua

implementação e aumentando a interoperabilidade entre os diversos provedores de aplicações SBL. As classes do modelo foram criadas visando alcançar os objetivos propostos na seção 1.1 e representam um *framework* para as aplicações vistas na seção 3.1. Elas são propostas levando-se em consideração as tecnologias disponíveis para a execução das atividades propostas nos Casos de Uso (seção 4.1).

4.3.1 PACOTES E CLASSES

Pode-se agrupar as funcionalidades técnicas e lógicas do SBL em pacotes que dão uma visão geral de quais partes devem constituir o sistema como um todo. Esta metodologia de agrupamento é prevista pela UML e serve para criar uma coleção de classes semanticamente relacionadas. Particionou-se o SBL em quatro pacotes, conforme mostrado na figura 35, a qual oferece uma visão geral dos componentes do sistema.

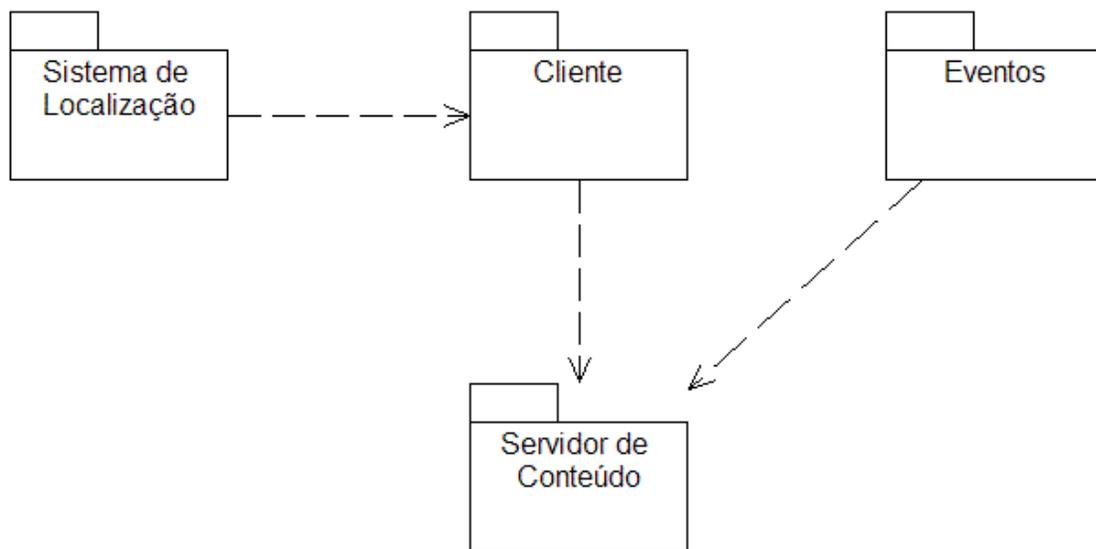


Figura 35 – Pacotes representando os componentes de um SBL

As primeiras classes a serem discutidas: *Geometry*, *Feature*, *Layer*, *Mapa*, *InformaçãoGeorreferenciável* e *ObjetoEspacial* são relativamente fáceis de entender e auto-explicativas, devido ao fato de se relacionarem diretamente às categorias de objetos encontrados no domínio do problema²⁶. Outras classes também muito importantes para o domínio do problema, são as que se referem às peças lógicas ou módulos de *software*. Em

²⁶ Caso surjam dúvidas em relação ao significado destas classes, o usuário poderá consultar o dicionário de dados apresentado no Apêndice I.

conjunto, elas têm como objetivo prover o serviço SBL. Há uma divisão de responsabilidades entre os módulos que irão interagir mediante requisições que solicitarão a execução de rotinas ou funções referentes à responsabilidade de um outro módulo. Estas classes são: Usuário Móvel (MU), Servidor de Coordenadas (SC), Provedor de Informação (PI), Servidor de Mapas (SM) e Gerenciador de Eventos (GE).

4.3.1.1 Pacote Servidor de Conteúdo

4.3.1.1.1 Schema Geometry

O bloco inicial para a construção do modelo é o *schema Geometry*. Este *schema* é composto de classes que representam a geometria dos elementos geográficos. Ele suporta apenas a representação de feições simples, se restringindo à representação vetorial de feições. Ele associa cada objeto do tipo geometria a um Sistema de Referência Espacial, o qual descreve o espaço de coordenadas no qual o objeto foi definido.

O *schema Geometry* (figura 36) inclui definições de tipo para elementos abstratos do tipo geometria como *AbstractGeometry*, um elemento pai responsável por indicar a qual Sistema de Referência Espacial um elemento concreto (ponto, linha e polígono) se refere; elementos concretos do tipo geometria (e.g. ponto); e, as definições de tipos complexos (*MultiPoint*, *MultiLineString*, *MultiPolygon*), a partir de tipos geometria fundamentais (*Point*, *LineString*, *Polygon*) [62].

As coordenadas de qualquer instância da classe geometria são codificadas ou como uma seqüência de elementos *coord* que encapsula tuplas ou como uma cadeia de caracteres simples contida dentro do atributo *coordenadas* [62]. Os elementos presentes no modelo não serão detalhados ao longo do texto, porque são auto-explicativos para profissionais de SIG. No entanto, o leitor interessado poderá obter o significado dos mesmos, ou no glossário ao final da dissertação, ou no Apêndice A - Dicionário de Dados.

Em UML existem algumas construções que auxiliam o projeto de modelos. Uma delas é chamada de estereótipo, que é uma convenção utilizada para denotar alguma característica adicional e funciona como ‘metamodelo’. Ele é apresentado entre os símbolos ‘<<’ e ‘>>’. Nos modelos abaixo, o estereótipo <<restriction>>, aplicado a uma generalização, indica que um subtipo definido no *schema* é derivado por restrição de seu supertipo. Por exemplo, a classe *MultiLineString* é uma *GeometryCollection*, em que um membro deve ser do tipo *LineString* [62].

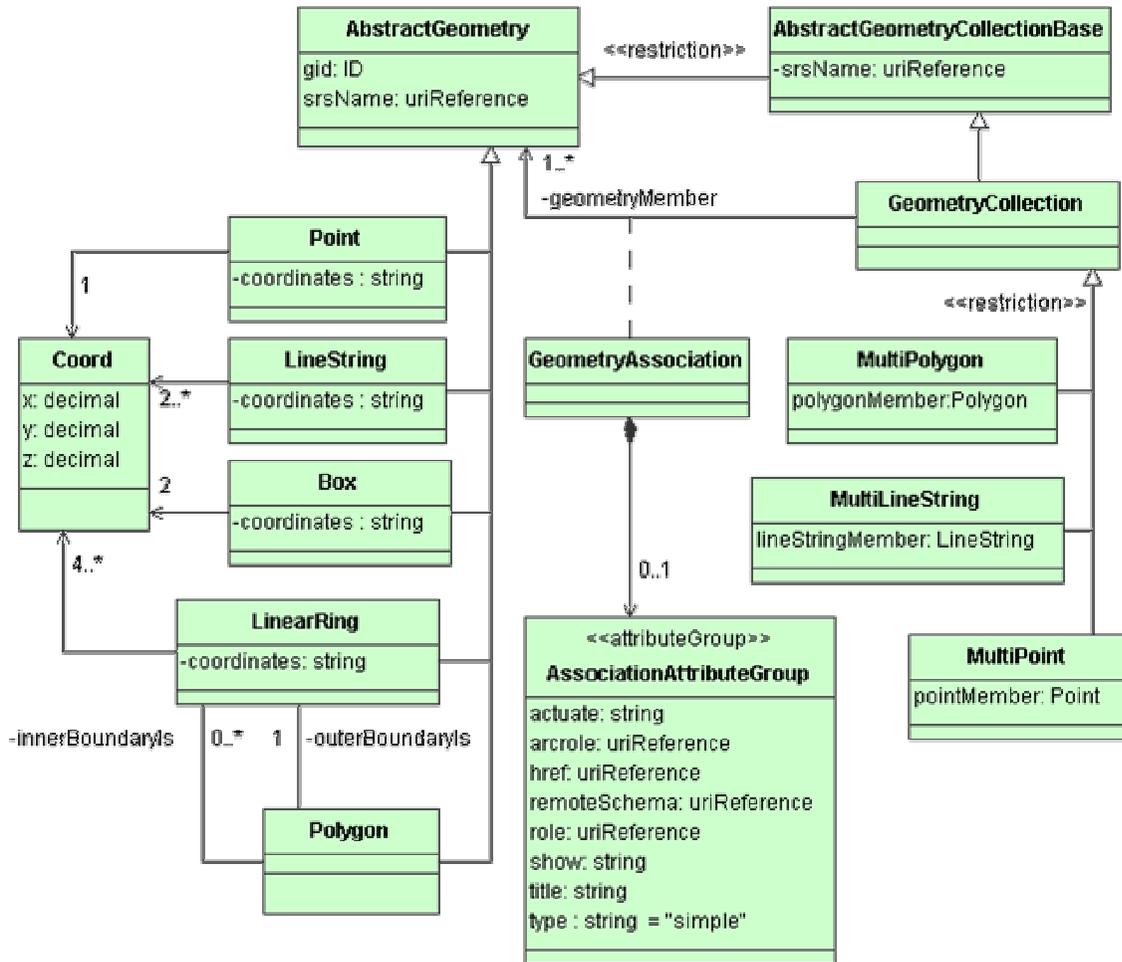


Figura 36 – Schema Geometry [62]

4.3.1.1.2 Schema Feature

Este *schema*, juntamente com a descrição de *schema* 'Geometry' compõe a base de representação do modelo descrito pela especificação GML [62] do Open GIS, a qual define uma feição geográfica como “uma abstração de um fenômeno do mundo real; sendo que, será uma feição geográfica se o fenômeno estiver associado a uma localização relativa à Terra.” Desta forma, o mundo real pode ser representado por um conjunto de feições em uma representação digital. As Feições (*Features*) descrevem objetos do mundo real como: rios, rodovias, ruas, lagos, cidades, construções, etc.

Segundo a GML Open GIS [62], uma feição geográfica é essencialmente uma lista de propriedades nomeadas. Algumas delas, ou todas, podem ser propriedades geo-espaciais, descrevendo a posição e a forma da feição. Cada feição tem um tipo, o qual é equivalente a

uma classe na terminologia de modelagem de objetos, tal que a definição da classe determina as propriedades nomeadas que uma feição daquele tipo deve ter.

No modelo de classes que representa o esquema de feição (*Schema Feature*), deve-se notar que “*_geometryProperty*” é modelada como uma associação de classe e vincula uma feição (*AbstractFeature*) a uma geometria (*AbstractGeometry*). A figura 38 apresenta o *schema Feature*, nele, tipos *GeometryProperty* concretos como *PointProperty* restringem a geometria a um tipo particular (e.g. Ponto). Como no *schema Geometry*, o *schema Feature* define: elementos concretos, abstratos e tipos. Em geral, a definição das propriedades de uma feição encontra-se no domínio do *schema* da aplicação. No entanto, ao definir um conjunto de geometrias básicas, através de um conjunto de elementos *GeometryProperty* para associar estas geometrias às feições, a especificação GML define propriedades para uma feição. Esta construção serve para definir a propriedade geométrica como uma instância da associação de classe entre uma *Feature* (derivada de *AbstractFeature*) e uma *Geometry* (derivada de *AbstractGeometry*). Os elementos *GeometryProperty* associam geometrias a feições. A figura 37 mostra que uma *pointProperty* é uma instância concreta de *GeometryProperty*, que vincula uma instância de uma feição a uma instância de uma geometria do tipo ponto.

Uma ‘*FeatureCollection*’ é uma coleção de feições, considerada ela mesma como uma feição. Como consequência, uma coleção de feições tem um tipo próprio e, desta forma, pode possuir propriedades distintas das feições que ela contém [62].

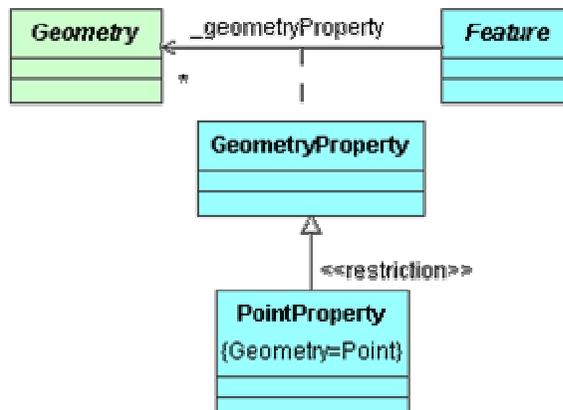


Figura 37 – Propriedade geométrica como instância de uma associação de classe [62]

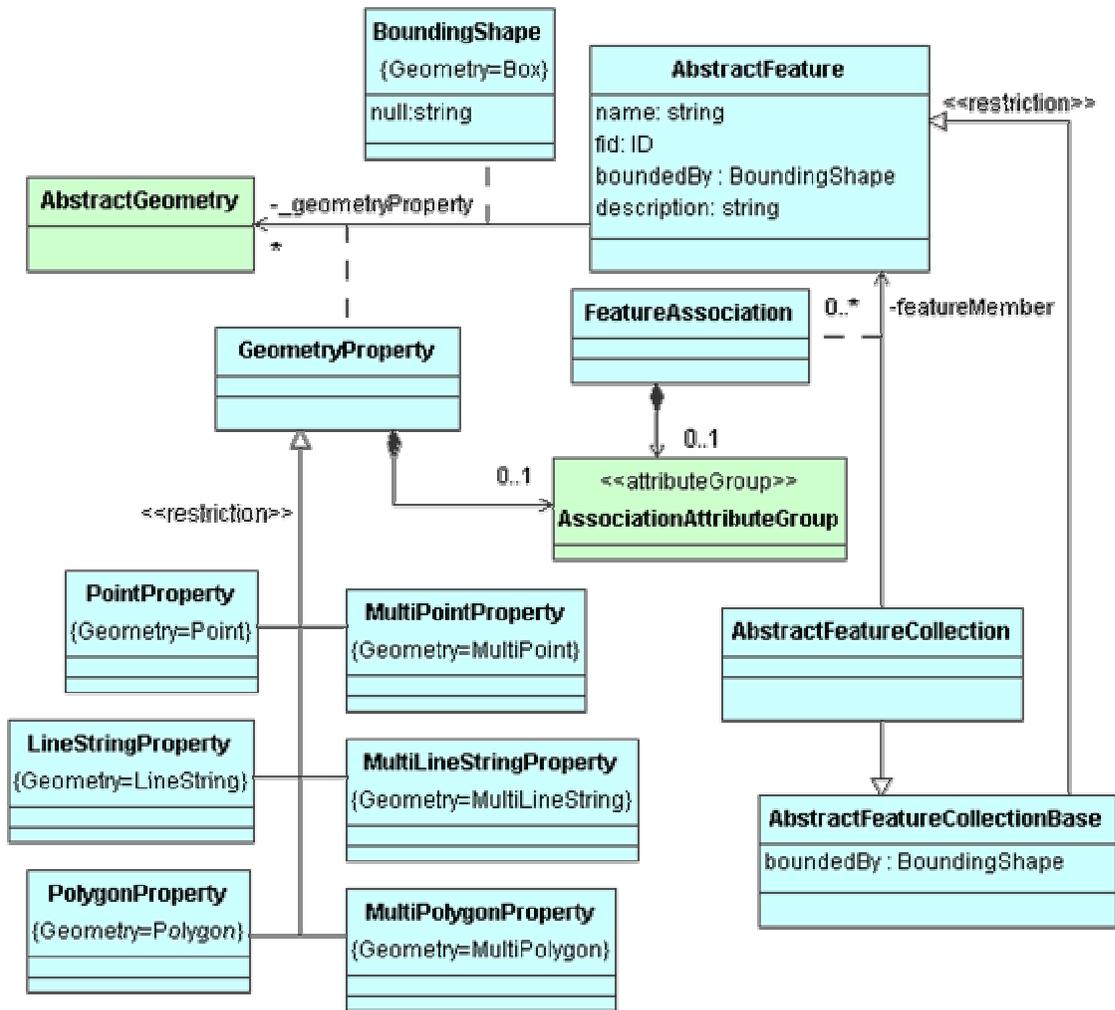


Figura 38 – Schema Feature [62]

4.3.1.1.3 Layer

Geralmente, as instâncias da classe *Feature* são entregues aos usuários juntamente com uma série de outras informações geográficas. As feições, com suas respectivas geometrias, são enviadas aos usuários sob um certo agrupamento, este agrupamento é conhecido como *Layer* e equivale a um conjunto de feições correspondentes a objetos geográficos homogêneos ou de mesmo tipo como rios (fórmula 5). O *Layer* ou tema é uma *AbstractFeatureCollection* do Open GIS (seção 4.2.2 e figura 39). Os atributos que um *Layer* deve possuir para que possa participar da estrutura de um WMS do Open GIS é apresentada na figura 40.

$$Layer = \{feição \mid feição \in tipo T\} \quad (5)$$

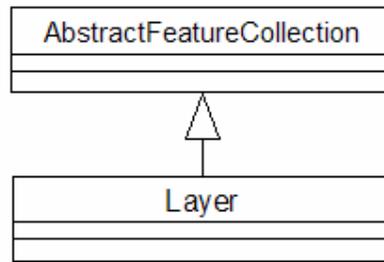


Figura 39 – Layer como subclasse de *AbstractFeatureCollection*²⁷

Adicionalmente, um layer sempre se refere a um Sistema de Referência Espacial (SRE) e possui um retângulo envolvente com coordenadas, definindo os limites no qual este layer se enquadra neste mesmo SRE (figura 41).

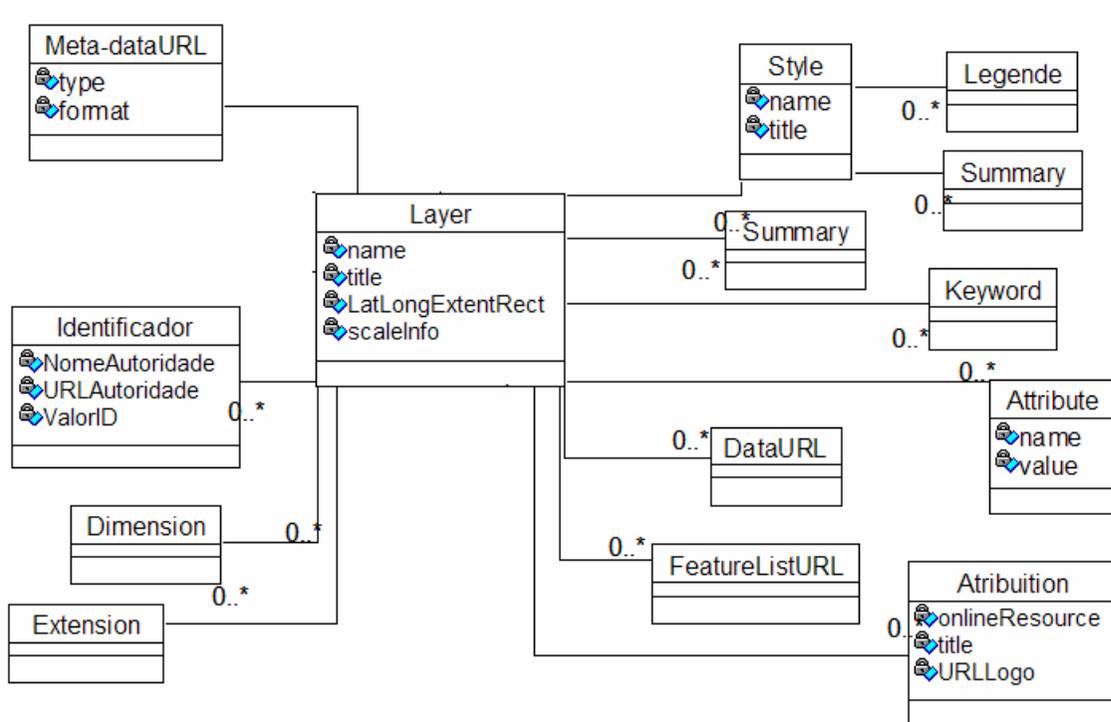


Figura 40 – Layer²⁸

²⁷ A classe Layer é uma especialização da classe *AbstractFeatureCollection* da GML [62]

²⁸ Estrutura de classe proposta a partir da análise da especificação WMS [60]

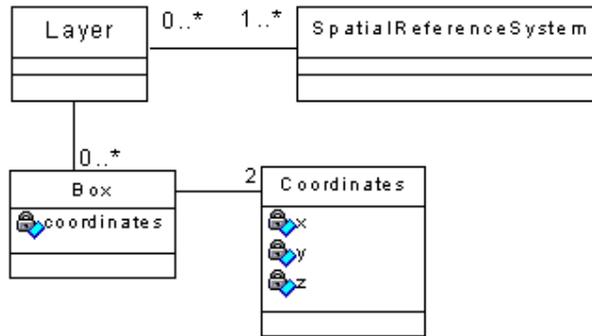


Figura 41 – Layer, SRE e Retângulo Envolvente²⁹

4.3.1.1.4 Mapa

Uma classe mapa representa um conjunto de *layers* dispostos em camadas, como fatias superpostas (fórmula 6 e figura 42). Em SBL, um mapa específico é, normalmente, entregue a um usuário em resposta a uma requisição, ou, baseado em eventos relacionados à sua posição naquele instante. Um tipo de mapa comum apresentado ao usuário é geralmente composto da seguinte forma:

$$\text{Mapa} = (L_c, L_{geo}, L_{mu}, L_r), \quad (6)$$

Onde:

L_c = layer cartografia básica

L_{geo} = layer dos objetos geográficos

L_{mu} = layer dos usuário móveis

L_r = layer rota, que é, um caminho tendo como origem a posição que o usuário está e tendo como destino a localização do objeto geográfico.

²⁹ Estrutura de classe proposta a partir da análise da especificação WMS [60]

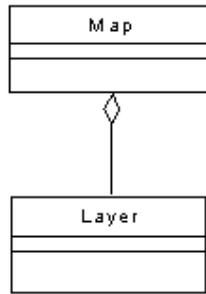


Figura 42 – Mapa como conjunto de Layers

Uma instância da classe Mapa também deve ter seu próprio SRE e retângulo envolvente, já que o conjunto de layers do qual ele é composto pode estar em outros SRE. Isto demandará uma conversão de coordenadas para um mesmo SRE, o do mapa. Além disso, o mapa tem que ter seu próprio retângulo envolvente porque ele deve cobrir uma área, no mínimo suficientemente grande, para apresentar todos os seus layers (figura 43) e porque este retângulo possuirá coordenadas referentes ao SRE do mapa e não o de algum layer específico.

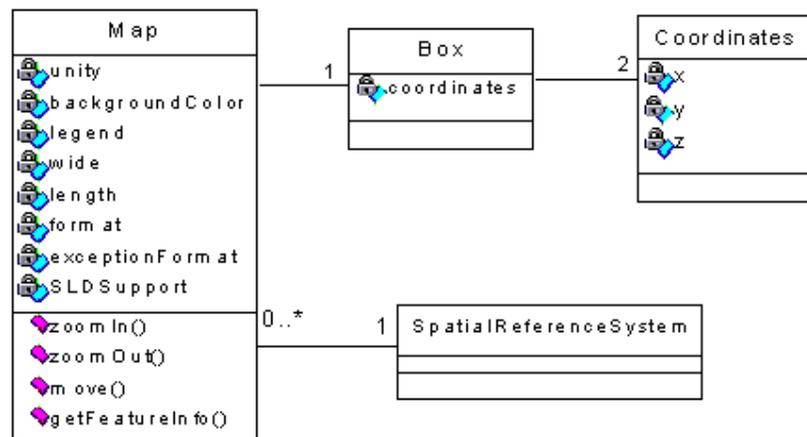


Figura 43 - Mapa³⁰

4.3.1.1.5 Informação Georreferenciável

Existem vários objetos encontrados no mundo real que possuem uma localização fixa como acidentes geográficos, rodovias, cidades, construções, etc. Estima-se que 80% das informações contidas em Banco de Dados, embora geralmente textuais, apresentem uma componente Espacial, isto é, sejam espacialmente referidas ou se refiram a algum elemento existente no espaço geográfico [34]. No entanto, esta referência espacial, quase sempre, não

³⁰ Estrutura de classe proposta a partir da análise da especificação WMS [60]

está em um formato que permita a sua representação em um mapa digital em um SIG, pois não possuem como referência uma informação geométrica com coordenadas e vinculada a um SRE como é apresentado no *schema Geometry* (seção 4.2.1), não podendo ser inserida diretamente em um mapa. Os elementos geográficos, quando representados em SIG, são chamados feições.

As referências espaciais armazenadas são informações textuais, em geral relacionadas ao seu endereço postal, como nomes de países, estados, cidades e ruas e nomes de feições já existentes em algum mapa, como os nomes de acidentes geográficos. Os nomes de objetos que constituem a referência espacial podem ser geocodificados automaticamente, caso eles já sejam feições em algum mapa. Geocodificar um objeto é o nome dado ao processo de associar ao mesmo uma informação geométrica (referenciada a um SRE específico). Objetos ou informações que contiverem parâmetros suficientes para serem automaticamente geocodificados serão considerados uma *Informação Georeferenciável*.

A classe abstrata *InformaçãoGeoreferenciável* tem três descendentes: *InfoPonto*, *InfoLinha* e *InfoPolígono* (figura 44), estas três classes conterão as informações utilizadas como parâmetros de entrada na operação *Geocode()*. A operação utiliza como entrada a referência espacial do objeto (armazenada em *InfoPonto*, *InfoLinha* ou *InfoPolígono*) e, após comparação com as feições de um mapa digital, retorna as coordenadas do objeto ou a sua representação vetorial como uma feição de um mapa.

A componente espacial (ou referência espacial) da informação pertencerá, após geocodificada, a uma classe *Geometry* (figura 36). De modo semelhante, a própria informação pertencerá, então, a uma classe *Feature* (figura 38), sendo que suas coordenadas constituirão a propriedade geométrica da feição e as outras componentes (não espaciais) desta informação poderão ser consideradas atributos da feição. Por exemplo, a informação sobre restaurantes armazenada em um banco de dados poderá ser composta de: um endereço (componente espacial), especialidade, faixa de preço, horário de funcionamento, etc.

Informações sobre objetos do mundo real, tais como: restaurantes, teatros, aeroportos, hotéis, hospitais, postos de gasolina, etc. podem estar armazenados em Provedores de Informação e serem entregues por um serviço do tipo SBL, caso possuam uma componente espacial que permita a sua geocodificação. Por exemplo, se em um Provedor de Informações existirem informações sobre rios navegáveis, a partir do nome deste rio a função *geocode()* irá procurar no Servidor de Mapas uma feição cujo nome seja igual ao do rio em questão e

transformar o descritor de localização “nome do rio” em um objeto do tipo geometria, que associado às outras informações sobre o rio, constituirão uma feição do tipo linha. O tipo de geometria da informação georreferenciável depende do conteúdo do descritor de localização. Se for um nome de município apenas, *geocode()* irá retornar um objeto do tipo polígono e se for um endereço completo retornará um objeto do tipo ponto que representará o número de porta do estabelecimento em questão.

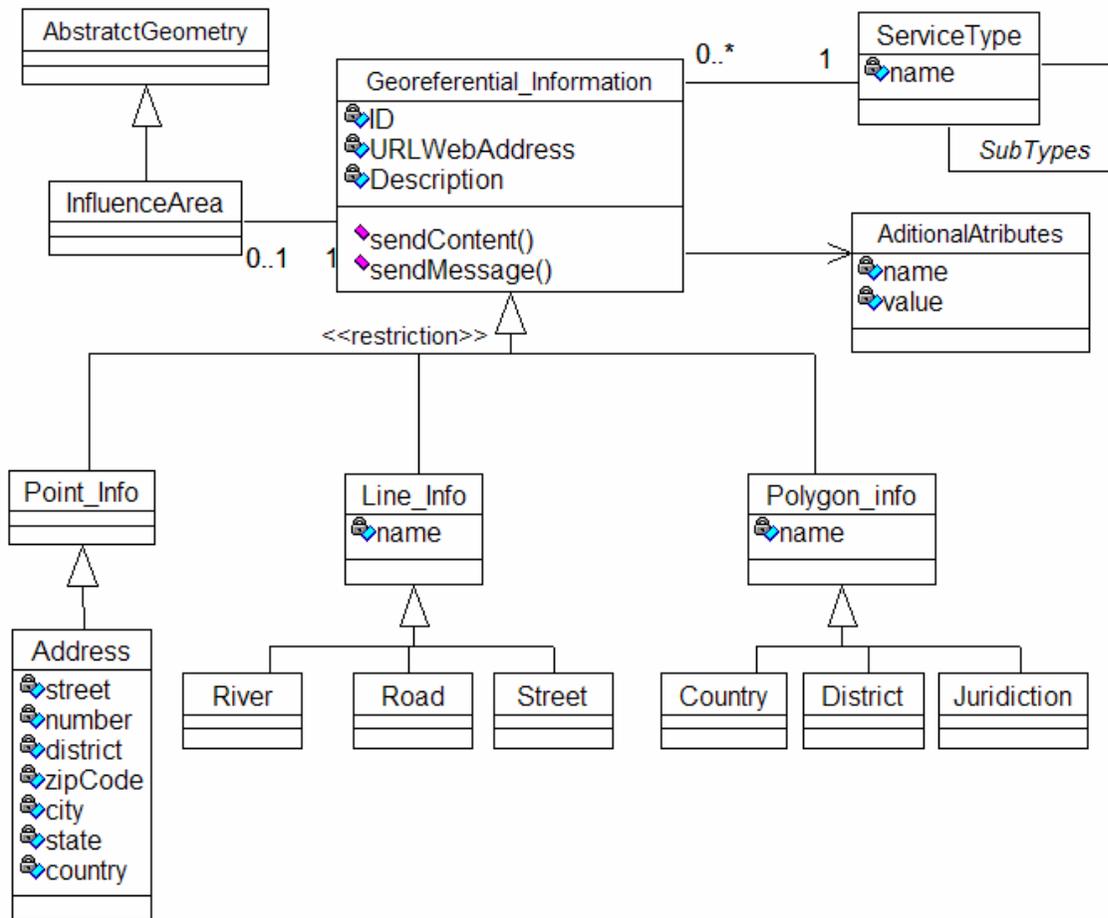


Figura 44 – Informação Georreferenciável³¹

4.3.1.1.6 Objeto Espacial

O elemento *ObjetoEspacial* deriva-se de *AbstractFeature*, no contexto de um SBL representa um conjunto de objetos do mundo real que oferecem serviços como: restaurantes,

³¹ Estrutura de classes adicional aos padrões, porém completamente aderente aos mesmos, proposta com a finalidade de manipular informações georreferenciáveis pré-existentes em bancos de dados ou provedores de informações, a fim de que se tornem úteis ao SBL.

teatros, hotéis, hospitais, postos de gasolina, etc. Ele não poderia ser definido como sendo da classe *AbstractFeature*, pois a mesma já é utilizada e padronizada pelo Open GIS como uma classe de propósito geral para atender a maioria dos casos de usuários que queiram definir seus objetos geográficos, não podendo ser modificada. Desta forma, para que seja possível aproveitar o padrão do Open GIS e agregar as especificidades necessárias ao LBS (e.g. associar uma área de influência e um tipo de informação ao mesmo), será criada uma subclasse *ObjetoEspacial* derivada a partir da classe *AbstractFeature* que herdará suas características e acrescentará outras, em virtude do mecanismo de herança (figura 45). Um objeto da classe *InformaçãoGeorreferenciavel*, após ser geocodificado se converterá em uma instância da classe objeto espacial. Adicionalmente, cada objeto espacial oferece um ou mais tipos de serviço (*ServiceType*).

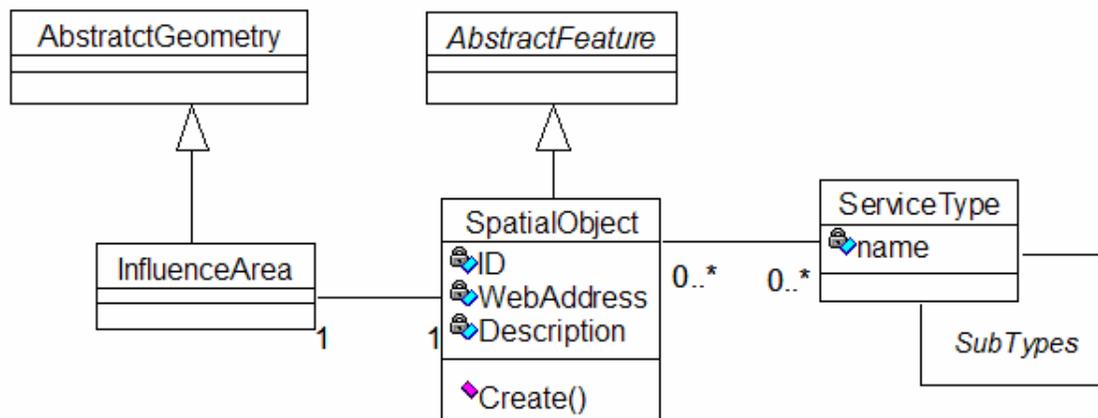


Figura 45 – Objeto Espacial³²

Os objetos espaciais podem ter uma área de influência, no sentido que, usuários serão melhor servidos por aqueles em cuja área de influência se encontrem naquele instante. A cada elemento geográfico pode-se associar uma área de influência, sendo que os objetos geográficos de um mesmo tipo tendem a ter áreas de influência de tamanho equivalente. A área de influência será derivada da classe *AbstractGeometry* (figura 36) podendo assumir várias formas e ser referida a diferentes SREs.

A teoria que fundamenta a existência de uma área de influência é a teoria dos 4 P's do *marketing* [67] em que a resposta do consumidor pode ser melhorada através do controle de 4 variáveis pela empresa: produto, preço, promoção e ponto de venda. Em *marketing* costuma-

³² Classe aderente ao padrão GML [62] proposta como uma especialização da classe *Abstract Feature*.

se chamar de área de influência a região geográfica de onde procedem os clientes de determinado ponto comercial. Ao adentrarem a área de influência do objeto geográfico (e.g. loja), os usuários receberiam mensagens de marketing direcionadas. Seria como se, neste momento, o atendimento da loja houvesse se estendido para a área de influência, ampliando assim o seu ponto de venda. No caso proposto aqui a visão é um pouco diferente. Não se pensa apenas na população fixa local, mas, principalmente, na população flutuante, que são os clientes potenciais que trabalham, circulam ou fazem compras na área de influência.

As quatro variáveis mencionadas anteriormente se combinam em proporções diferentes para cada tipo de produto, todavia para produtos de um mesmo tipo, estas variáveis se comportam de modo semelhante. Desta forma, cada tipo de objeto geográfico teria uma área de influência padrão, a qual poderia ser definida simplificadamente, por uma regra, como a área de cobertura de um círculo de centro “o”. Alternativamente, poder-se-ia optar pela implementação dela como uma geometria do tipo polígono – *polygon* (figura 36). Ao cadastrar-se uma regra poder-se-ia optar por posicionar o centro do círculo sobre o ponto que identifica a feição. A área de influência do objeto geográfico seria então a região coberta por um círculo de raio de mesmo valor para objetos de uma mesma categoria. Não desejando manter este valor padrão da categoria para a área de influência, simplesmente se informaria um novo valor.

A área de influência será útil para a oferta de SBLs baseados em eventos. Previamente, o usuário registrará em seu perfil o tipo de informação/serviço em que ele está interessado. Quando entrar na área de influência de algum elemento geográfico que pertença ao tipo particular de serviço definido em seu perfil como de seu interesse, ele deverá receber informações sobre estes serviços.

No entanto, área de influência não é um termo específico para lojas ou estabelecimentos comerciais, já que objetos do mundo real interagem, em várias situações, por uma relação de localização. A área de influência pode ser usada para definir a jurisdição de objetos geográficos como delegacias, grupamentos do corpo de bombeiros, etc. Pode-se citar, por exemplo, a polícia militar, que divide a cidade em áreas de atendimento de batalhões, a fim de que, ao se registrar uma ocorrência pela central, saber qual batalhão tem a responsabilidade de atuar. Para os casos em que a área de influência se referir à jurisdição de alguma entidade de uma corporação, um simples círculo não será suficiente para descrever

esta jurisdição. Neste caso, a área de influência destes elementos deverá ser representada em uma classe *Geometry* podendo representar jurisdições com qualquer forma geométrica.

4.3.1.1.7 Servidor de Mapas

A principal responsabilidade de um Servidor de Mapas é entregar informações espaciais agrupadas em um mapa aos seus clientes. Usualmente um mapa pode conter a localização espacial do usuário, a localização dos serviços próximos e informações textuais explicando os serviços oferecidos. Esta classe é completamente aderente à Especificação de Implementação *Web Map Service* (WMS) do Open GIS [60] (figura 46).

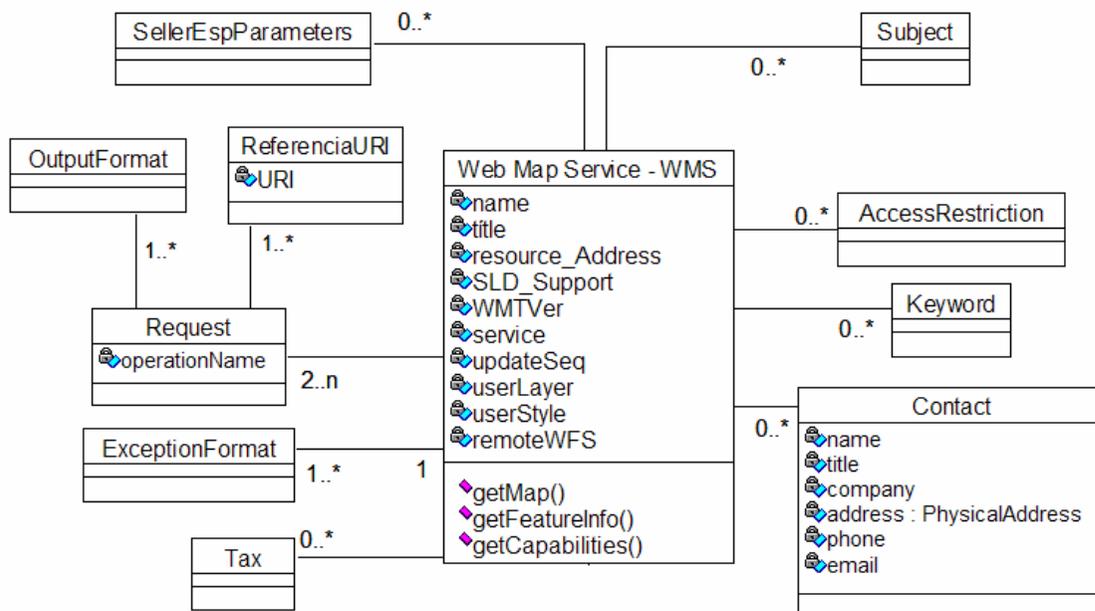


Figura 46 – *Web Map Service*³³

O Servidor de Mapas pode ser implementado como um *Cascading Map Server*, que é um WMS que se comporta como cliente de outros WMS's, podendo agregar o conteúdo de diversos WMS em um único serviço de mapa ao usuário. Além do mais, pode-se atribuir a ele operações adicionais, como conversão de coordenadas e transformações para formatos de saída suportados pelo cliente. Desta forma, ele se comporta como uma câmara de compensação, responsável por processar consultas, compatibilizar os dados provenientes de diversas fontes e entregar um mapa ao usuário final. Cada WMS, para que seja compatível

³³ Estrutura de classes criada a partir da especificação WMS [60] com total aderência e em conformidade com o referido padrão.

com o padrão WMS do Open GIS [60], é obrigado a implementar um método *getcapabilities()* que informa a outros o seu *schema*, com informações sobre seus dados e suas capacidades (seção 2.2.1). O *Cascading Map Server*, conhecendo a URL de outros WMSs, poderá, por meio da requisição *GetCapabilities*, ter acesso ao *schema* de outros WMS's e, assim, montar um *schema* próprio que será utilizado para criar sua estrutura de recuperação de informações. Cada vez que um novo tipo de informação for inserido em algum dos WMSs, ele irá alterar o seu estado, indicado pelo atributo *UpdateSeq*. Desta forma, *schemas* somente serão requisitados novamente, caso tenha ocorrido alguma alteração nos WMSs. Através da implementação do *Cascading Map Server*, o usuário final tem a vantagem de ter acesso a diversas bases de dados sem precisar conhecer o funcionamento e estrutura interna de cada banco de dados ou Servidor. Neste caso, o Provedor de Informação principal, ou seja, aquele que fornece a página inicial do serviço SBL, poderia ser implementado como um *Cascading Map Server* para poder usufruir o conteúdo de diversos Servidores de Mapas.

Resumidamente um WMS apresenta as seguintes operações:

A) Provenientes do padrão WMS do Open GIS [60] (figura 46):

- i. produzir mapas georreferenciados através de uma operação responsável por recuperar um mapa (*getMap*);
- ii. recuperar uma descrição dos mapas e operações oferecidas por um WMS específico (*getCapabilities*);
- iii. consultar um WMS sobre as feições exibidas em um mapa (*GetFeatureInfo*);

B) Operações adicionais às especificadas no WMS [60] necessárias à entrega de SBLs (figura 47).

- i. a operação *Geocode()* que, dado um nome de local, endereço ou CEP é responsável por determinar uma posição geográfica;
- ii. *reverseGeocode()*, responsável por determinar um nome de lugar, endereço ou CEP a partir de uma posição geográfica;
- iii. *getRoute()*, que determina uma rota a ser seguida a partir de um ponto de origem até um ponto de destino;

- iv. encontrar feição mais próxima '*findNearest()*', com base na posição do usuário e no tipo de feição, retorna a feição daquele tipo que estiver mais próxima à localização do usuário.

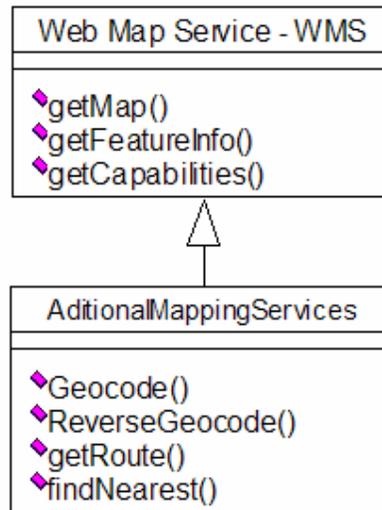


Figura 47 – Serviços de Mapeamento Adicionais³⁴

4.3.1.1.8 Provedor de Informações

Qualquer empresa provedora de algum tipo de conteúdo é candidata a implementar um Provedor de Informações (PI). Esta classe armazena e dá aos usuários informações sobre um dado serviço, o qual, em geral, é oferecido em alguma localização específica (e.g. um restaurante). Para realizar suas tarefas, o Provedor de Informações precisa organizar e estruturar as informações requisitadas pelos usuários.

O PI é o ponto de acesso para um usuário móvel requisitar SBLs. A requisição de um usuário contém parâmetros que caracterizam o serviço desejado: tipo de serviço, nome do estabelecimento, endereço de destino, raio de busca, ou outros critérios como retornar apenas o serviço desejado mais próximo, etc. Para responder a estas requisições, o PI terá que interagir com outros módulos do SBL. Por exemplo, um usuário em movimento deseja saber informações sobre hotéis próximos. Ele precisará de um mapa a sua localização atual, a localização dos hotéis com a descrição dos mesmos, e, após a seleção do hotel desejado, a rota a ser seguida. Para tanto, o PI deverá, primeiramente, recuperar do Servidor de Coordenadas a

³⁴ Esta hierarquia de classes adiciona funcionalidades específicas ao WMS proposto pelo Open GIS [60] com a finalidade de atender os requisitos funcionais de um SBL.

posição atual do usuário utilizando o método *InformPosition()*. A partir daí ele deve solicitar que um Servidor de Mapas recupere os hotéis situados na vizinhança do usuário, segundo algum critério previamente estabelecido. À imagem (mapa) retornada pelo Servidor de Mapas, eventualmente serão adicionadas outras informações recuperadas pelo PI (e.g. endereço e telefone do hotel), o qual deverá montar a apresentação do conteúdo, de acordo com a interface do usuário (HTML, WML, SMS, MMS, etc.). Este mapa é então enviado ao usuário que, visualizando os hotéis em seu dispositivo móvel, selecionará um deles. Efetuada a escolha, o PI terá que retornar ao usuário a rota a ser seguida até o hotel. Neste ponto, o PI deverá interagir novamente com o Servidor de Mapas através da operação *getRoute()*, a qual retornará um mapa com uma camada adicional para a rota.

Existe uma variedade de PIs já implementados. Estes provedores, em muitos casos, estão aptos a fornecer apenas informações textuais ou figuras estáticas como representação de um mapa. No entanto para que estas informações sejam entregues aos usuários em forma de mapa, e com base na localização dos mesmos, será necessário que o Gerenciador de Eventos faça uma solicitação ao Servidor de Mapas para que ele, através da função *Geocode()*, converta a informação textual em objetos espaciais e recupere os elementos próximos ao usuário. Assim, os Provedores de Informações tradicionais não precisariam ser totalmente reestruturados para operar em ambientes SBLs.

Em resumo, o Provedor de Informações é o responsável por selecionar as informações relativas a diferentes objetos geográficos pertencentes a distintos WMSs, estruturar as informações, prepará-las e enviá-las ao usuário móvel, podendo, adicionalmente, adaptar o conteúdo ao tipo de interface disponível no aparelho do usuário (figura 48).

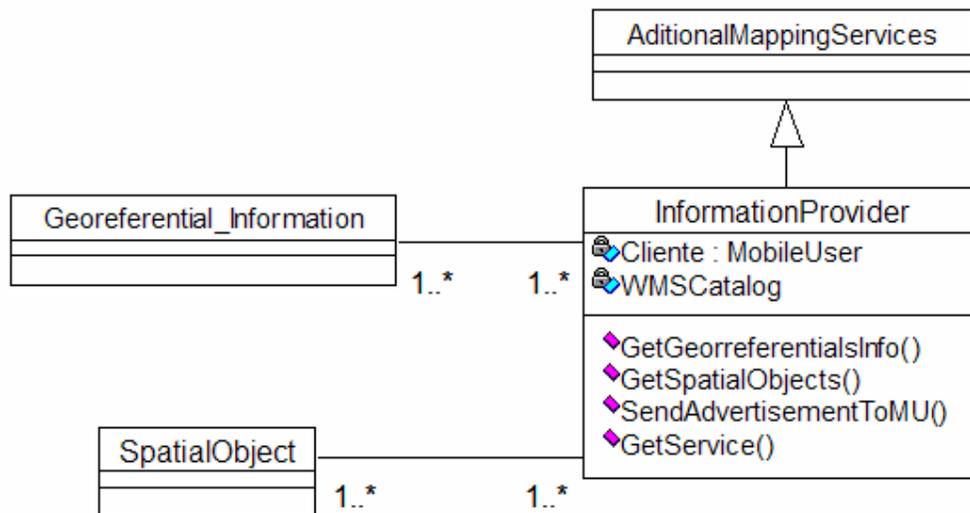


Figura 48 – Provedor de Informações

4.3.1.2 Pacote Cliente

4.3.1.2.1 Usuário Móvel

Um usuário de dispositivo móvel com capacidade de localização interessado em um serviço baseado em localização é denominado *UsuárioMóvel (UM)*. Usuários móveis podem ser funcionários em serviço, viaturas, ambulâncias, veículos de transporte, acidentados, etc. (figura 50). Um banco de dados de usuários móveis armazenará as informações sobre os usuários, a fim de que a informação certa chegue à pessoa certa. Ao inscrever-se em um determinado tipo de serviço, o usuário terá o seu perfil, o qual conterá o tipo de informação pela qual ele se interessa, necessita ou deseja. As variáveis de instância da classe *UsuárioMóvel* armazenam o Id, o nome do usuário e suas coordenadas em algum Sistema de Coordenadas. Uma associação entre *UsuárioMóvel* e *ServiceType* define um *PerfildeUsuário*. O Tipo de Informação estabelece as categorias de serviços disponíveis. Desta forma, um usuário interessado em informação de negócios terá um perfil diferente de um usuário interessado em turismo. A classe *UsuárioMóvel* possui também um número de operações auto-explicativas demonstradas na figura 50. A aplicação destes métodos ou operações, em geral, irá resultar em um mapa ou uma informação textual a ser enviada para o usuário.

Cada usuário móvel utilizará uma determinada rede de comunicação para ter acesso ao SBL, conforme verifica-se pela figura 49. Cada um deles possuirá também, um tipo de interface através da qual visualizará as respostas das requisições de serviço submetidas. Esta interface pode ser um navegador (*browser*) da Internet que utiliza HTML ou WML; sua caixa

de mensagens (SMS ou MMS); ou alguma aplicação construída com o fim específico de receber SBLs que poderá receber um mapa, receber as feições codificadas em GML ou outros formatos, dependendo de como a interface houver sido projetada. O tipo de interface utilizada pelo usuário será identificada por seu *CommunicationType*.

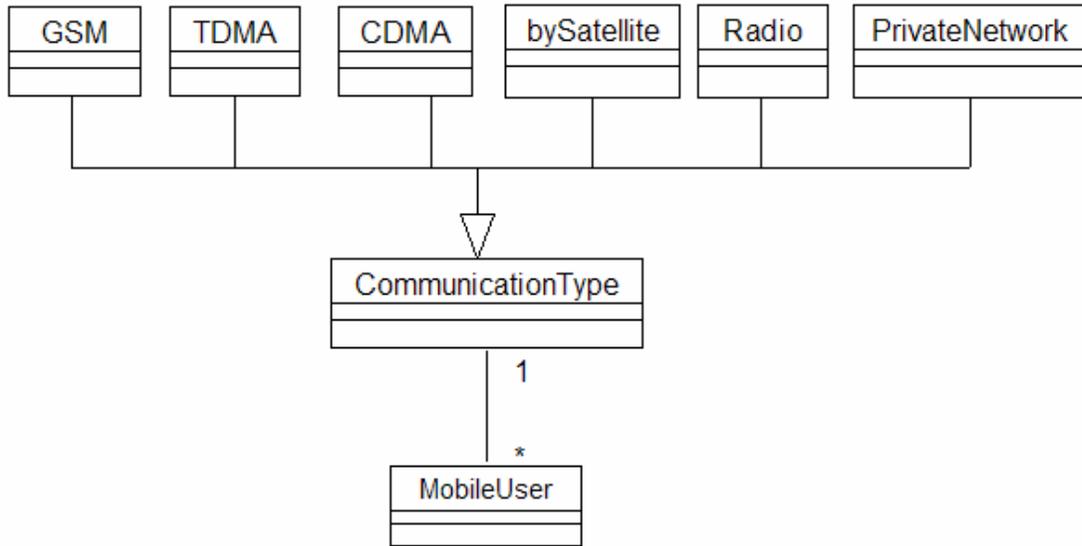


Figura 49 – Rede de comunicação do usuário

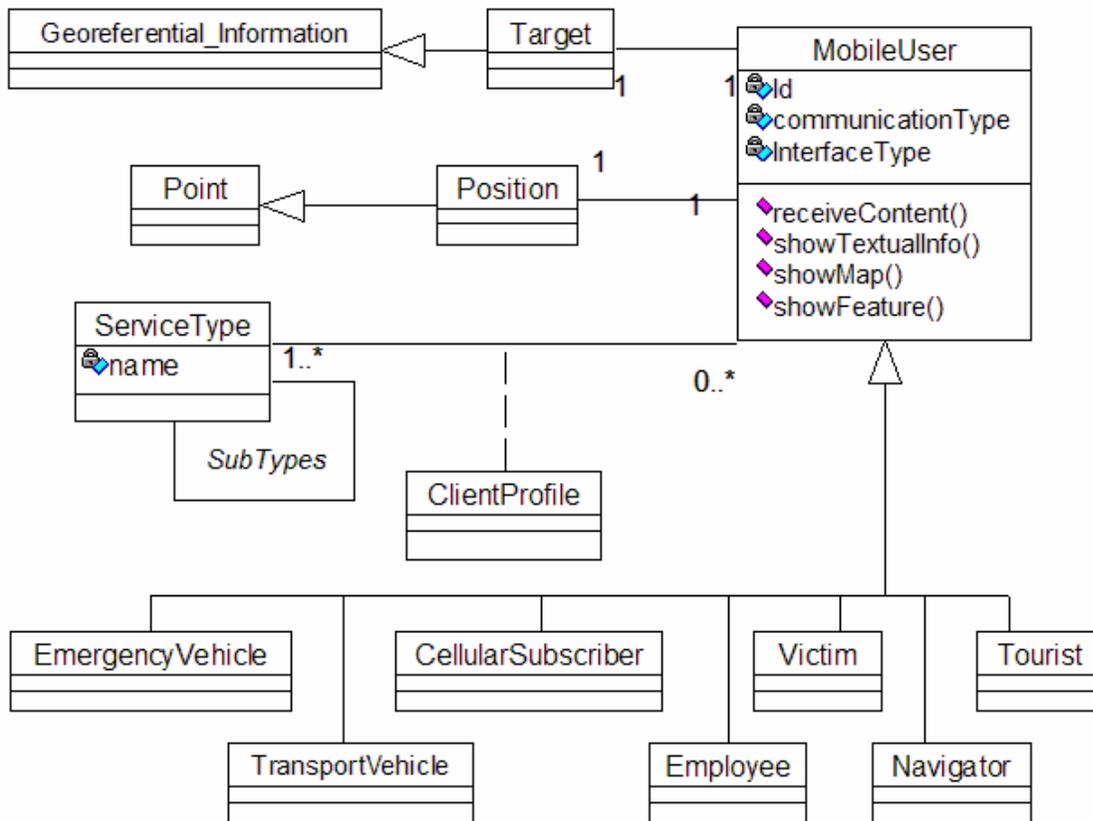


Figura 50 – Usuário Móvel

Apesar de não constituir uma classe, um dos tipos de conteúdo que fará parte do núcleo do sistema é o Banco de Dados para veiculação de *Banners* e do Perfil de usuários. Todo o conteúdo a ser entregue, além de ser sensível à localização, deve ser sensível também às necessidades específicas de cada usuário definidas pelo seu perfil, permitindo, por exemplo, propagandas altamente direcionadas. Fonseca [27] faz a seguinte observação sobre o perfil do usuário:

Todos nós nos encaixamos em algum perfil. Embora muitos de nós tenhamos restrições com relação à perda de privacidade quando estamos sendo monitorados em nossas pesquisas na Internet, por exemplo, isto ao mesmo tempo pode servir para ajudar a criar interfaces mais adequadas ao tipo de pesquisa que estamos fazendo. Se você está na avenida Paulista fazendo entregas, seu perfil é bem diferente de um turista procurando pelo MASP ou de um executivo procurando por um restaurante para um almoço de negócios. A cidade é uma só, mas diferentes grupos de pessoas têm diferentes visões da cidade. Uma boa interface de usuário tem que ser capaz de incorporar estas diferentes visões e oferecer ao usuário a visão mais adequada.

Diante disto, verifica-se a grande importância que a definição do perfil de cada usuário tem para o processo de entregar a informação certa, à pessoa certa e na hora certa. O perfil, além de ser pessoal, é dinâmico, podendo variar no tempo.

4.3.1.3 Pacote Sistema de Localização

4.3.1.3.1 Servidor de Coordenadas

A responsabilidade desta classe é obter a posição do usuário e fornecê-la mediante consulta. Os principais métodos que esta classe deverá implementar são: *Get_Coordinates()* e *Inform_Position()*. Em redes GSM e IMT-2000 (rede da geração 3G), o Servidor responsável pela localização é chamado de *Gateway Mobile Location Center (GMLC)* e *Mobile Positioning Center (MPC)*, respectivamente. Nos casos em que a localização é baseada no aparelho, não há uma necessidade explícita de existir uma entidade responsável por prover a localização, já que a mesma pode ser recuperada diretamente do aparelho. No entanto, para evitar confusões de nome e redundâncias no modelo conceitual, a entidade responsável por fornecer a posição de usuários foi chamada “*CoordinateServer*”. Apesar de não ser obrigatória a existência desta peça quando a localização é baseado no aparelho, resolveu-se adotar um único caso na modelagem, pois simplifica a compreensão do modelo, resolve o problema de localização e transfere-se a responsabilidade pela manipulação da diversidade de protocolos utilizados pelos Equipamentos Determinantes da Posição (EDPs) e as interfaces com protocolos para uma única parte da estrutura, o SC. A vantagem de se utilizar um SC é a de aumentar a disponibilidade da informação de posição, deixando-a sempre à disposição dos demais aplicativos. O Gerenciador de Eventos, ou qualquer outro módulo, terá acesso ao *Servidor de Coordenadas*, bastando para isso, conhecer a interface do método que informa a posição do usuário (mais detalhes sobre estas interfaces, protocolos ou APIs foram analisadas na seção 3.5.1). Qualquer aplicação SBL terá acesso transparente à posição do usuário através do uso da interface do método.

O SC deve ser implementado como um serviço ou *Daemon* - que são processos rodando continuamente no servidor – a fim de que ele tome conhecimento da posição dos usuários enviando uma solicitação *getCoordinates()* ao método de localização que informará a posição dos mesmos (figura 51). Esta mensagem poderá ser proveniente da Rede (métodos de localização baseados em rede) ou do aparelho (métodos de localização baseados no aparelho). É importante ressaltar que, para os métodos baseados no aparelho, deve haver um *software* no dispositivo móvel responsável por enviar ao *Servidor de Coordenadas* a informação sobre a sua posição, em intervalos de tempo pré-determinados. Isto aumenta a disponibilidade da informação posicional, automatiza o processo, e retira a interferência humana do cálculo e envio da posição (figura 52).

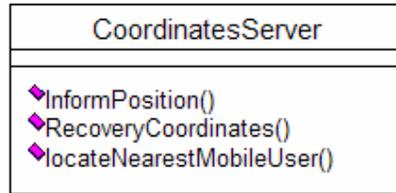


Figura 51 – Servidor de Coordenadas

4.3.1.3.2 Métodos de Localização

Os métodos de localização compõem a tecnologia necessária ao cálculo e determinação da posição do usuário em um determinado momento. Estes métodos foram analisados no tópico 3.2 e podem ser baseados no aparelho, baseados em rede ou serem métodos híbridos que utilizem em parte dispositivos presentes na rede em conjunto com dispositivos acoplados ao aparelho móvel. A hierarquia de classes apresentada na figura 52 sintetiza os principais aspectos dos métodos analisados no tópico referido acima que são de interesse e aplicação aos Serviços Baseados em Localização.

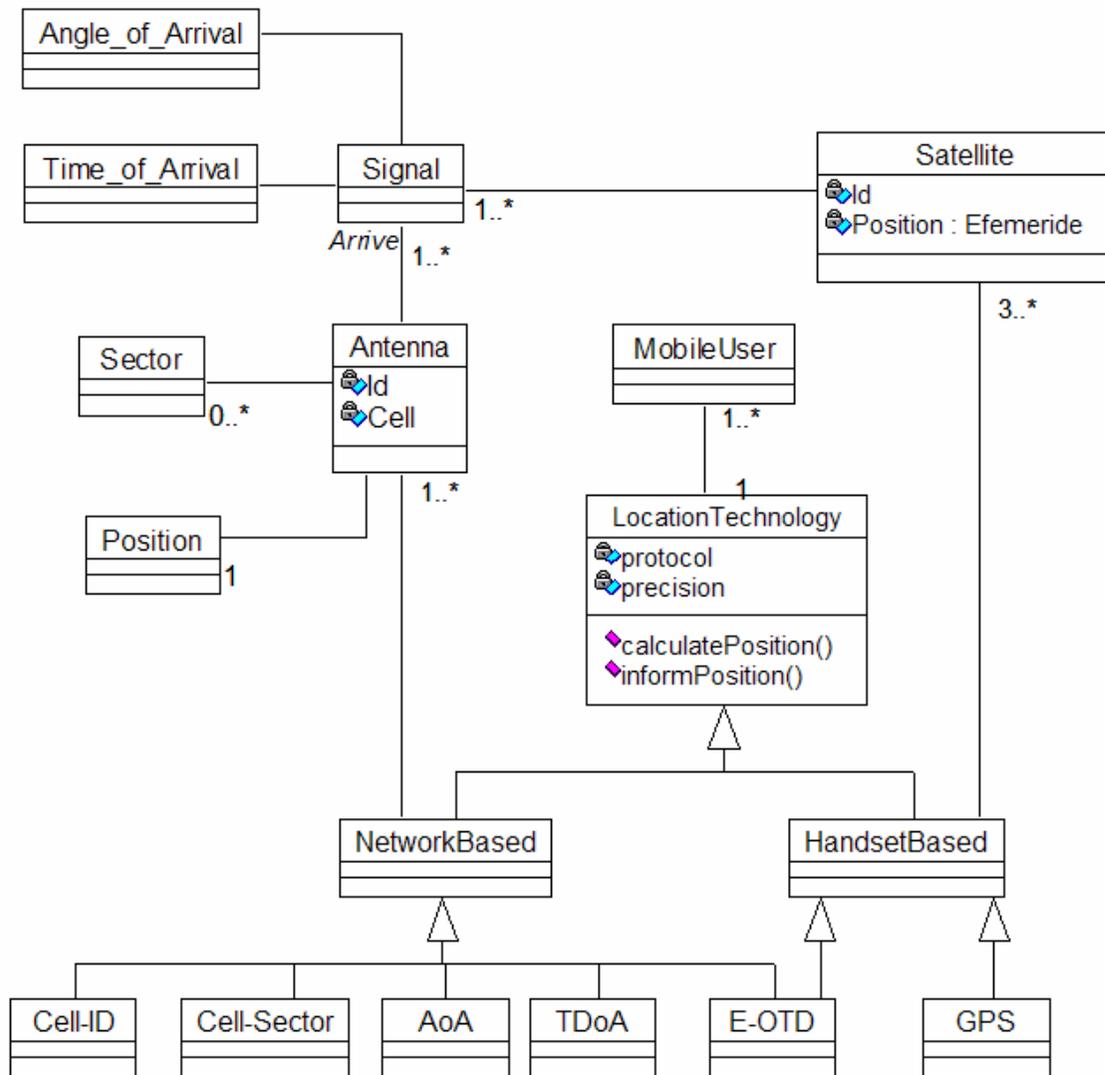


Figura 52 – Métodos de Localização

4.3.1.4 Pacote Eventos

4.3.1.4.1 Gerenciador de Eventos

O Gerenciador de Eventos (GE) é responsável por monitorar as áreas de influência dos Objetos Espaciais quanto à incidência de usuários cujos perfis denotem interesse no tipo de serviços oferecidos por estes objetos espaciais. O GE é requisita continuamente (em intervalos de tempo pré-definidos) a posição do usuário ao *Servidor de Coordenadas*, a fim de verificar se usuários adentraram ou não alguma área de influência. Quando o usuário está na área de influência de um hospital X e requisita informações sobre hospitais, o *Gerenciador de Eventos* perceberá que o usuário se encontra na área de influência daquele hospital, gerando uma mensagem com o Id do Usuário Móvel (*UM_Id*) e o tipo de serviço desejado

(*ServiceType*) enviando-a ao Provedor de Informações. Este, por sua vez, enviará uma mensagem com a URL da página que contém as informações sobre o referido serviço. Estas informações podem ser, por exemplo, a localização do hospital, sua descrição e os serviços médicos oferecidos. O *Gerenciador de Eventos* é uma peça de *software* em contínua execução no Servidor (*Daemon* ou *Serviço*), de modo a estar apto, o tempo todo, a perceber as situações de contexto do usuário, precisando para isto de algumas operações básicas (figura 53).

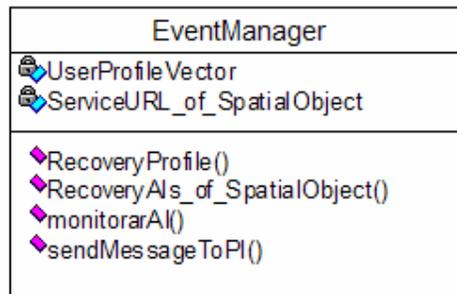


Figura 53 – Gerenciador de Eventos

4.3.2 DIAGRAMAS DE COLABORAÇÃO

4.3.2.1 SBL Sob Demanda

Conforme foi identificado na seção 4.2.3.1 um SBL pode ser fornecido sob demanda, cujo comportamento foi ilustrado pelo diagrama de atividades da figura 33. Agora será apresentado uma outra visão do comportamento de tal SBL através de um Diagrama de Colaboração.

Como exemplo que ilustra o caso tem-se um usuário que procura por hotéis nas proximidades do local onde se encontra. Neste instante ele submete uma requisição ao PI através do método *Recuperar_SBL()* da classe PI. Esta requisição tem como parâmetros de entrada (in) o ID do Usuário Móvel (*UM_Id*) e o tipo de serviço desejado (*ServiceType*); a resposta (*out*) a esta requisição serão as informações sobre os objetos próximos ao usuário que forneçam os serviços procurados. O PI, por sua vez, utilizará o método *getCoordinates()* para recuperar do Servidor de Coordenadas a localização atual do usuário, utilizando para isto o *UM_ID*. De posse das coordenadas do usuário e da categoria desejada (hotéis, neste caso), o PI irá recuperar mapas em Servidores de Mapas através da operação *getMap()* e informações textuais armazenadas nele ou em outros PIs através da operação *getInformation()*. A finalidade é recuperar o conteúdo, formatá-lo e devolvê-lo ao usuário em um formato adequado em resposta à solicitação *GetService()*. A estrutura geral de comunicação entre os

componentes quando um SBL Sob Demanda é requisitado pode ser visto no diagrama de colaboração da figura 54.

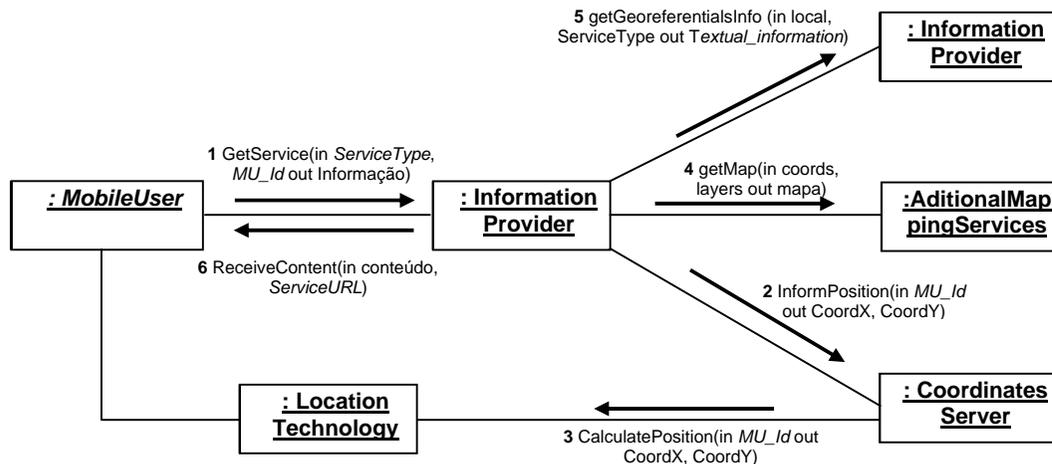


Figura 54 – SBL Sob Demanda

4.3.2.2 SBL Baseado em Eventos

Para o caso de um SBL Orientado por Eventos será exemplificado um caso de informações sobre turismo, demonstrando as etapas que ocorrem para que este tipo de serviço seja fornecido ao usuário:

- 1- Preliminarmente, o Usuário Móvel cadastra-se em um serviço de informações turísticas, por exemplo, informando ser de seu interesse receber informações sobre cidades, ao passar num raio de 10 km das mesmas.
- 2- O usuário mantém o serviço desabilitado até um determinado momento, por exemplo, até o início de sua viagem de férias, quando, então, ativará o serviço.
- 3- A partir de então, o sinal do dispositivo móvel é continuamente monitorado pelo Servidor de Coordenadas que recebe do método de localização (da rede ou do aparelho) a posição do usuário e a informa a outros módulos, através do método *InformPosition(in MU_ID out CoordX, CoordY)* onde *MU_Id* é o identificador do usuário e *CoordX* e *CoordY* são suas coordenadas atuais.
- 4- O Gerenciador de Eventos – peça fundamental do SBL Orientado por Eventos – constantemente interroga o Servidor de Coordenadas para tomar conhecimento da posição atual do usuário móvel, providenciando:
 - i. a verificação de quais serviços estão ativos para aquele usuário;

- ii. quais são os objetos espaciais em cujas áreas de influência o usuário se encontra (esta ação é realizada para cada *ServiceType*, definido no perfil daquele usuário)
- iii. o envio de uma mensagem ao PI, para que este envie ao usuário informações sobre aquele objeto espacial, em cuja área de influência o usuário adentrou.

5- O PI envia uma mensagem com um conteúdo descritivo do serviço e uma *Service_URL* com o endereço com o qual o usuário poderá interagir com o SBL e, eventualmente, caso o dispositivo móvel possua capacidades de visualização, um mapa com a posição do serviço e do usuário já plotados. Simultaneamente, o PI envia ao Gerenciador de Eventos uma mensagem para desativar temporariamente o serviço, para evitar o envio repetitivo das mesmas URLs, enquanto o usuário se movimenta nas proximidades de um objeto espacial.

Eventualmente, quando o usuário passar a interagir com o PI, será necessário que este tome conhecimento da posição do usuário móvel. Isto será realizado através de consultas submetidas ao Servidor de Coordenadas, utilizando-se do método *InformPosition*(in *MU_ID* out *CoordX*, *CoordY*). Um esquema completo destes passos pode ser visto no diagrama de colaboração apresentado na figura 55.

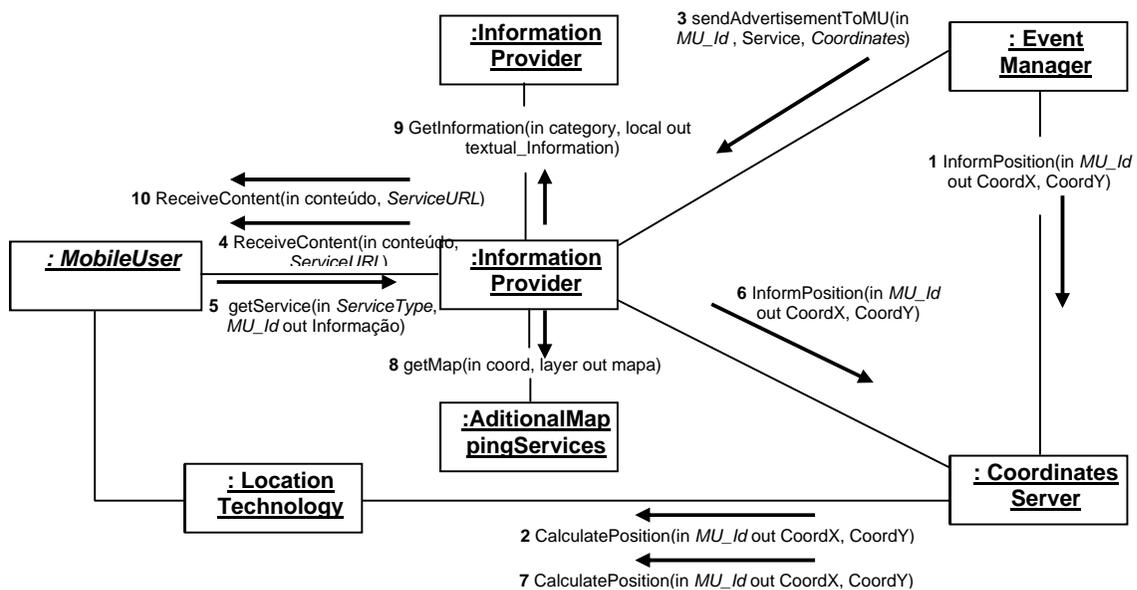


Figura 55 – SBL Orientado por Eventos

4.3.3 DIAGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

O Diagrama de Implantação é um diagrama que mostra a configuração de nós de processamento em tempo de execução e os componentes que neles existem [98]. Um nó é um elemento físico e representa um recurso computacional. Um diagrama de colaboração é empregado para a modelagem da topologia do hardware em que o sistema é executado. Um nó representa um processador ou um dispositivo em que os componentes poderão ser instalados.

A figura 56 apresenta o Diagrama de Implantação de um SBL. Nele, são apresentadas as conexões entre os nós, estas são estereotipadas com o tipo de conexão porque a implantação pode se dar em processadores geograficamente distribuídos se comunicando pela Internet ou até mesmo em uma mesma máquina, exceto entre os clientes e o Provedor de Informações 1 que se dá basicamente pela Internet.

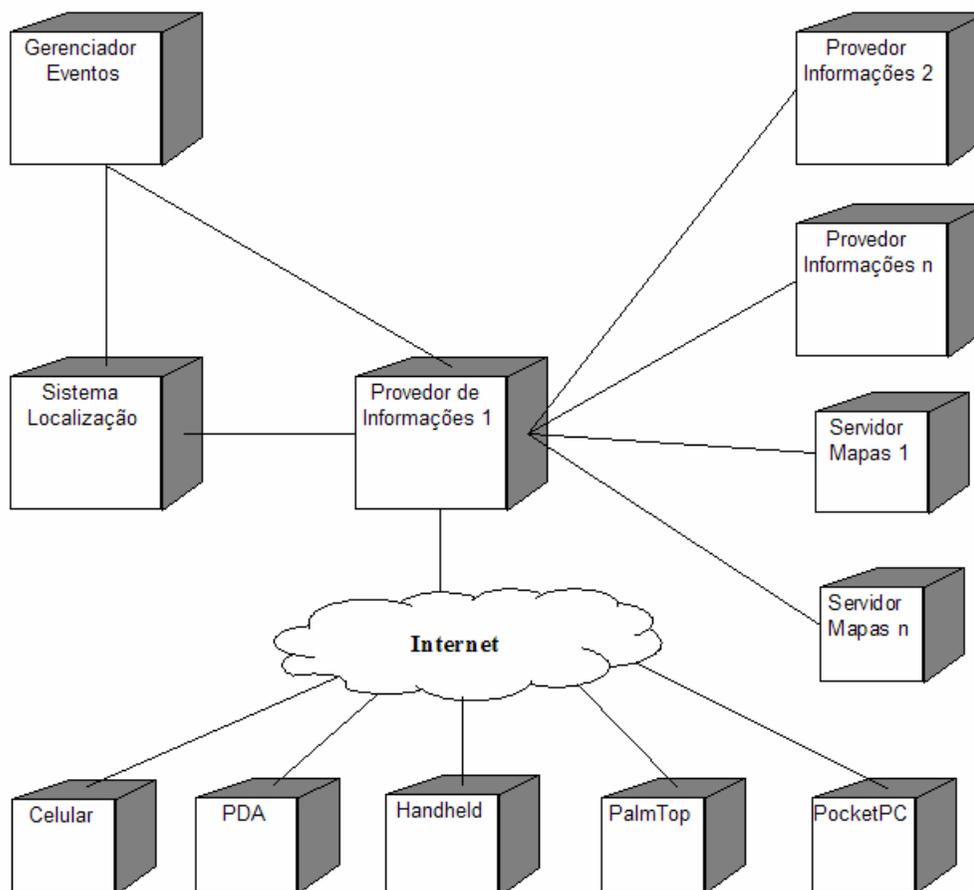


Figura 56 – Diagrama de Implantação de um SBL

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo buscou-se uma solução para o fornecimento de Serviços Baseados em Localização através da proposição de um modelo Orientado a Objetos utilizando-se a Linguagem UML para a apresentação do modelo proposto.

O capítulo 4 surgiu como uma descrição formal proveniente da observação dos aspectos tecnológicos e dos padrões envolvidos no processo os quais foram descritos nos capítulos 2 e 3. Os passos seguidos na elaboração do modelo partiram de uma análise do domínio do negócio através descrição do mini-mundo de atuação do SBL na seção 4.1. A partir desta primeira aproximação foram identificados e definidos alguns possíveis atores que irão interagir com o sistema, a fim de que, a partir de suas necessidades, fossem elaborados os Diagramas de Casos de Uso da seção 4.2.2. A análise dos requisitos funcionais do sistema foi finalizada com dois diagramas de atividades que exploram os dois principais fluxos de trabalho existentes em um SBL.

Aspectos de Análise e projeto foram elaborados na seção 4.3 que explorou uma Visão Lógica do Sistema. Inicialmente, foi elaborada uma divisão das classes em pacotes e nas subseções foi analisado o conteúdo de cada pacote explorando as classes contidas em cada um deles. A seção 4.3.2 apresentou Diagramas de Colaboração com a finalidade de ilustrar a visão dinâmica do sistema, exibindo as conexões entre objetos e a interação entre eles ocorrendo através de troca de mensagens. Por último, a seção 4.3.3 apresentou um Diagrama de Implantação para o SBL para modelar a arquitetura estática do sistema correspondente à sua topologia de hardware.

Este capítulo poderá ser complementado pelo dicionário de dados encontrado no Apêndice A, onde as classes, atributos e operações são melhores descritos. Adicionalmente, como fonte de auxílio poderá ser utilizado o Glossário e a Lista de Abreviaturas presentes nesta dissertação.

5 DISCUSSÃO E TRABALHOS RELACIONADOS

5.1 DISCUSSÃO SOBRE O TEMA

Algumas organizações divulgam que suas implementações comerciais são capazes de fornecer SBL a usuários móveis. No entanto eles se restringem a falar sobre a tecnologia utilizada em suas aplicações e citar peças necessárias para a implementação de SBLs. A empresa SUN [76] realizou uma parceria com a ESRI [24] e outra com a Mapinfo [47] e propuseram uma solução para a implantação deste tipo de aplicação com uma visão de negócio. No entanto, a apresentação de um modelo, aderente a padrões, aliando a visão de negócio e de mercado a uma definição detalhada de cada um dos componentes e de suas funcionalidades ainda não tinha sido realizada. Principalmente uma que considerasse as vantagens e desvantagens de cada método ou tecnologia.

Um dos grandes empecilhos para que o SBL seja uma realidade é que o modelo proposto parte do pressuposto de um uso padronizado e, principalmente, que seja amplamente disseminado, para que a economia de escala possa diminuir os altos custos de implantação destes serviços.

No Brasil, um grande problema é a carência de bases de dados espaciais (mapas digitais) e um outro, que vem do próprio SIG, é a existência de uma enormidade de formatos que não são muito intercambiáveis. Adicionalmente, existe outro problema que é a interoperabilidade semântica entre os dados e os aplicativos.

O problema de carência de bases vem sendo resolvido, aos poucos, por iniciativas de compartilhamento e distribuição de dados através da Internet. Empresas como *Geographic Data Technology* (GDT) e *Geographic Network* (www.geographynetwork.com) criaram pontos de compartilhamento e distribuição de dados na Internet. Estas mesmas iniciativas começam em vários pontos do mundo quase que simultaneamente, inclusive no Brasil. Estes pontos de distribuição de dados na Internet buscam um modelo para a cobrança pelo uso dos dados espaciais. Esta cobrança poderá ser feita por meio de assinatura de serviços, compra do direito de uso, do direito à atualizações, uso por aplicação, etc. Estas iniciativas estão começando a resolver o problema da falta de dados espaciais em meio digital.

O problema referente a grande quantidade de formatos que a informação espacial é armazenada atualmente começa a ser resolvido à medida que as empresas começam a aderir a

padrões únicos para a informação espacial. O Open GIS está tendo um sucesso bastante razoável nesta tarefa, visto que os principais fabricantes de *software* são parceiros do Open GIS e estão passando a incorporar a capacidade de manipular os formatos adotados pelas especificações do Open GIS.

À medida que estes problemas vão sendo solucionados surge um outro que é o acesso universal a estas informações. Enquanto os padrões de interface não estiverem implementados e em pleno uso, principalmente pela comunidade de geoinformação, ainda prevalecerá sistemas e bases de dados espaciais proprietárias, o que dificulta as tarefas de pesquisar, publicar, divulgar e utilizar as bases de dados existentes sem restrições de *software* ou *hardware*. A interoperabilidade proposta pelo *Open GIS Consortium* permite uma distribuição e disseminação de informações muito mais ampla. A independência de sistemas e plataformas que vem sendo obtida graças às especificações do Open GIS permite um efetivo acesso distribuído a dados, mapas e serviços SIG como o SBL.

Os principais fornecedores de SIG e outros tipos de *software* como BD começam a fornecer soluções compatíveis com as especificações do Open GIS. Com isto estamos nos aproximando do uso e compartilhamento de informações geográficas independentes de qual seja o fornecedor.

No Brasil já existem diversos Servidores de Mapa na Internet, tais como Apontador, AOL, Terra, MapLink/UOL, etc. Existem também provedores de informações turísticas para handhelds, como a Hands, que oferece informações em texto sobre eventos e pontos turísticos, em vez de usar mapas. Porém, um ambiente de completa integração destes serviços utilizando provedores de conteúdo geográfico, provedores de informação, e um ambiente de informação sensível ao contexto em que o usuário do serviço móvel se encontra, não foi implementado ainda.

Leichsenring [42] propõe um BBS (*Bulletin Board System*) gráfico, que consiste em um sistema de envio de comentários em formato texto sobre um objeto e a adição de imagens estáticas sobre o mesmo. Ele propõe que seja criado um “BBS *room*” para um objeto do mundo real com posição definida e uma ou mais imagens deste objeto, sendo este o servidor responsável por armazenar todo o conhecimento sobre o objeto e enviar este conhecimento na forma de comentários aos usuários. Considera também que o objeto tem uma área de influência que pode ser alterada dinamicamente caso o conteúdo do comentário denote uma situação de emergência ou situação normal. Não faz parte da arquitetura proposta por ele

enviar mapas aos usuários, mas ele propõe que o usuário utilize um sistema cliente-servidor em que o servidor envia mapas sob demanda, para que o usuário visualize a sua posição e as áreas de influência do objeto.

5.2 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

Existem algumas diferenças entre o modelo proposto por Leichsenring e o proposto nesta dissertação. Primeiro, o sistema proposto por ele não tem a capacidade nativa de manipular informações geográficas e gerar mapas, precisando utilizar um outro sistema para enviar os mesmos sob demanda. O sistema proposto nesta dissertação tem a capacidade de integrar a informação textual aos mapas armazenados em servidores de mapa utilizando o Provedor de Informações para coordenar e manipular requisições e pesquisas a serem submetidas a Provedores de Informação e Servidores de Mapas, realizando suas buscas com base no perfil do usuário e em sua posição. Segundo, é que Leichsenring propõe um servidor (BBS *room*) para cada objeto do mundo real, fazendo com que a relação entre usuários e objetos seja binária, demandando a escolha, a cada momento, de onde se buscará a informação. Já no modelo proposto nesta dissertação, tem-se um Provedor de Informações com capacidade de buscar informações em mais de um Provedor de Informação. Cada provedor contém informações sobre vários objetos, aumentando ainda mais o total disponível de informações sobre objetos. Por último, o servidor BBS proposto por ele apresenta uma arquitetura modular, mas implementada em um único servidor, o qual é responsável por toda a base de dados, manipulação de eventos e estrutura de recuperação e envio de mensagens (comentários). O modelo apresentado nesta dissertação é muito mais modular, já que os seus componentes configuram uma hierarquia de classes, em que a aplicação responsável pela entrega dos serviços baseados em localização tem a capacidade de aproveitar o conteúdo de diversos Provedores de Informação e Servidores de Mapa, sendo capaz de fazer a ligação dinâmica entre os conteúdos dos Provedores de Informação e os mapas a serem entregues e relacionando os objetos à posição de vários usuários.

O Open GIS ainda não havia proposto um modelo para a especificação WMS [60]. Uma importante contribuição dada aos que desejam trabalhar com este padrão foi a estrutura de classes que foi proposta mantendo a aderência, tanto a esta especificação quanto à especificação GML [62]. O *Open Location Services* (OpenLS) [97], surgiu no ano de 2000 como uma tentativa do Open GIS de padronizar os Serviços de Localização para suportar a implementação destes serviços em dispositivos móveis objetivando a interoperabilidade.

Atualmente existe o LIF (*Location Interoperability Forum*) [43] faz parte da OMA (*Open Mobile Alliance*) que também desenvolve recomendações para os serviços de localização em ambientes móveis. O OpenLS continua com a tentativa de manter a aderência aos padrões do Open GIS. Outra importante contribuição foi a proposição de um modelo contemplando a relação dos principais componentes do Open GIS em um único modelo simplificado e representando uma ontologia em relação ao SBL. Para tanto, foram apresentados os módulos, definidas suas classes, operações e atributos e os relacionamentos entre elas, fatores importantes que ainda não haviam sido contemplados com a abrangência apresentada nesta dissertação por nenhuma destas entidades.

Parte da solução do problema de interoperabilidade semântica pôde ser resolvida pelo modelo proposto ao permitir que os objetos das classes apresentadas se comuniquem através de mensagens aderentes às especificações do Open GIS, a partir dos *schemas* de Provedores de Informação e Servidores de Mapas obtendo um catálogo dos serviços prestados por eles. Assim é permitido aos outros módulos elaborarem, a qualquer momento, consultas personalizadas e trocarem mensagens entre si. As classes, serão implementadas, na maioria dos casos, como peças de *software* executadas continuamente em um Servidor, de modo a estarem aptas a perceberem a ocorrência de determinados eventos. A partir desta ocorrência haverá uma comunicação entre as máquinas sem a intervenção direta do usuário para trocar, gerar, pesquisar e formatar informações, ou seja, estas máquinas estarão interoperando semanticamente. No entanto, muitos outros fatores relacionados à semântica ou significado dos dados como descrições por metadados dependem ainda de uma análise mais profunda.

5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Um tema relevante para estudos futuros se refere ao atraso no envio de informações de posição e sua relação com a qualidade das medidas. Estudos futuros devem ser realizados para relacionar a qualidade da medida de posição não somente à precisão do método utilizado como ao movimento do usuário. Tome-se como exemplo, um usuário que se movimenta em alguma região da cidade 'X' no interior de um veículo a uma velocidade média de 72 km/h. Suponha-se que o tempo de reação e tomada de alguma decisão de um usuário nesta situação seja de apenas 30 segundos. Neste intervalo, ele terá percorrido 600 metros o que pode ser uma área maior do que a área de influência de um objeto e maior que a distância a algum serviço estabelecida por ele para receber SBLs baseados em eventos. Além do tempo de reação do usuário existe também o atraso (*delay*) existente entre o instante em que se efetuou

a medida e o momento que o serviço baseado nesta posição foi entregue ao usuário. Para minimizar problemas, o cálculo deve ser realizado no instante mais próximo ao da entrega do serviço. Algumas APIs e protocolos possuem, como recurso para ser utilizado neste caso, um elemento XML que armazena o instante que a informação foi gerada e elementos para informar se há ou não atraso na informação que estiver sendo recebida. Isto é um bom ponto de partida para pesquisas que possam resolver esta questão.

Estudos adicionais são demandados para a proposição de implementações otimizadas das operações presentes nos diversos módulos como: Servidor de Mapas, Servidor de Coordenadas e Tecnologia de Localização a fim de garantir a entrega do serviço a um número elevado de usuários, que pode chegar a milhões por dia [91]. Algumas das operações e/ou serviços que precisam ser detalhadamente estudados são: os serviços de conversão de coordenadas^{35, 36}; *geocoder service*, que por enquanto, é apenas um candidato à implementação³⁷; determinação de rotas (ainda sem um padrão específico do Open GIS); e protocolos que garantam a privacidade do usuário ao transportar sua posição, para este último caso existem apenas algumas APIs definidas como Parlay e LIF (seção 3.5.1), mas elas apenas se referem a elementos de dados em documentos XML que informam ou alteram algum *flag* de privacidade o que não garante, necessariamente, uma segurança quanto à privacidade.

³⁵ Open GIS Project Document 01009. Open GIS Implementation Specification: Coordinate Transformation Services.

³⁶ Open GIS Project Document 01-014r5. Recommended Definition Data for Coordinate Reference Systems and Coordinate Transformations. < <http://www.opengis.org/techno/discussions/01-014r5.pdf> >.

³⁷ Open GIS Project Document 01-026r1. Geocoder Service Draft Candidate Implementation Specification 0.7.6.

GLOSSÁRIO

2,5 G – Acrônimo para segunda Geração e meia de telefonia celular.

3 G – Acrônimo para terceira Geração de telefonia celular.

ADSL – *Asymmetric Digital Subscriber Line*, tecnologia de transmissão de dados de alta velocidade que usa como meio de comunicação os fios de cobre da linha telefônica comum. Outras características importantes da tecnologia ADSL são o compartilhamento da linha de telefone com o acesso à Internet e a conexão sempre ativa. O adjetivo assimétrico deve-se ao fato de a tecnologia trabalhar com velocidades diferentes nas faixas entre 16 Kbps e 640 Kbps e recebe dados a velocidades entre 1,5 Mbps e 9 Mbps. A variação é decorrência de uma série de fatores, entre eles a distância entre o cliente e a central de telecomunicação. A conexão ADSL exige a instalação de modem compatível e a assinatura num provedor que oferece acesso por meio da tecnologia.

AMPS – Sigla de *Advanced Mobile Phone System*, padrão analógico de telefonia celular, que opera na frequência de 800 MHz. É utilizado em várias partes do mundo. No Brasil, é adotado nos serviços de operadoras da banda A.

AoA – *Angle of Arrival*. Método de cálculo de posicionamento baseado em rede que utiliza o ângulo de chegada do sinal para determinar a posição de um usuário móvel.

API - *Application Programming Interface*. Um conjunto de definições de interfaces ou comandos que um programador pode usar para acessar funções. Dá aos desenvolvedores de *software* uma forma única de endereçar funcionalidades em sistemas dissimilares. Uma API é tipicamente uma biblioteca de funções ou sub-rotinas que dão aos programadores de aplicações o acesso à funcionalidade disponível em um recurso como um sistema operacional, dispositivos gráficos, etc.

Applets: Uma pequena aplicação, com funcionalidade limitada, localizada no cliente e projetada para operar em um ambiente baseado em componentes ou em camadas com *middleware*. Aplicações grandes, multifuncionais ou monolíticas podem ser, e no futuro certamente serão, quebradas em *applets* de funções simples que interoperam com outras *applets*, e que podem ser montadas, quem sabe apenas provisoriamente, dentro do ambiente de trabalho do usuário. Java *applets*, por exemplo, são tipicamente baixadas da Internet para a

memória de seu computador, onde eles realizam suas tarefas (como “deixar um usuário dar um *zoom* em um mapa”).

ASP – *Active Server Pages*, são páginas criadas dinamicamente pelo servidor Web, orientando por um programa em VBScript (Visual Basic) ou JScript (Java). Quando um browser solicita uma página do tipo ASP, o servidor constrói uma página HTML e a envia ao browser. Qual a diferença da página ASP para o documento HTML Clássico? Este corresponde a um documento estático, que já se encontra no servidor no mesmo formato em que será exibido no navegador. A página ASP, ao contrário, não existe no servidor: é montada a partir de uma solicitação específica. Pode ser, por exemplo, um documento HTML criado como resultado de pesquisa num banco de dados [19].

B2C - *Business to Consumer*. Transações comerciais disponibilizadas on-line por uma pessoa jurídica (*business*) para consumidores finais (*consumer*)

Backbone: É a espinha dorsal de uma rede de comunicação. Equivale a uma rede de alta velocidade que reúne os dados de várias outras redes menores conectadas a ela para transportar os pacotes de dados para uma longa distância.

CDMA – *Code Division Multiple Access* (acesso múltiplo por divisão de código). Tecnologia que, ao contrário do TDMA (veja abaixo), não designa uma freqüência a cada usuário. Todos podem usar toda a banda. As conversas individuais são codificadas através de uma seqüência digital. As derivações do CDMA são o CDMA 2000 1x e o 1x EV-DO (Evolution Data Only), este na terceira geração.

Cell ID – Identificador da célula de uma rede celular. É usado para identificar a área de cobertura de uma antena (ERB).

Cell Sector – Vem da divisão da area de cobertura da célula de uma rede celular em setores. Nos métodos de localização compreende uma melhora do Cell ID.

Celular Global rede celular via satélite de alcance mundial.

Cliente: um componente de *software* que pode invocar uma **operação** de um **servidor**.

CRM – *Customer Relationship Management*.

Datum - “Um *Datum* é um conjunto de parâmetros e pontos de controle usados para definir precisamente a forma tridimensional da terra (e.g. como um elipsóide). O *Datum* correspondente é a base para um sistema de coordenadas planas” [13].

Download – Processo de transferência de arquivo de um computador servidor para um computador cliente.

e-business: Consiste na realização das atividades e operações de um negócio por meio eletrônico, sendo a Internet a tecnologia vigente de maior impacto neste processo.

e-commerce: Consiste na realização de transações comerciais por meio eletrônico, sendo a Internet a tecnologia vigente de maior impacto neste processo[75].

Elipsóide

“Uma figura geométrica sólida da Terra cuja superfície matemática melhor se aproxima da forma da Terra é também chamado conhecido como esferóide. Esta superfície é gerada pela revolução de uma elipse sobre seu eixo menor o qual pode ser considerado ser o eixo polar da Terra. Latitude, longitude e todas as coordenadas planas são determinadas em relação ao elipsóide.”[13].

ERB – Estações Rádio Base. Antena utilizada na telefonia celular, que cobre uma determinada área geográfica (celular), com capacidade para atender um determinado número de usuário simultaneamente.

Escalabilidade: Se refere à capacidade que um sistema apresenta de poder evoluir. Quanto maior for a flexibilidade para o crescimento apresentada pelo sistema, maior será a sua escalabilidade.

FCC – *Federal Communications Commission*'s. O FCC é uma agência independente do governo dos EUA, que responde diretamente ao Congresso. O FCC foi estabelecido por um ato do Ministério das Comunicações em 1934 e é responsável por regular as comunicações de rádio, televisão, cabo, satélite e sem fio. A jurisdição do FCC cobre 50 Estados, o distrito de Columbia e as possessões dos EUA.

Galileo – Sistema de Localização semelhante ao GPS.

Gateway: Porta de comunicação ou passagem de dados. Computador que faz a interligação entre duas redes. Pontos de entrada e saída de uma rede de comunicações. Do ponto de vista físico, o gateways é um nó de rede que realiza a tradução de pacotes entre duas

redes incompatíveis ou entre dois segmentos de rede. O dispositivo que executa essa função realiza a conversão de código e protocolo para facilitar o tráfego de linhas de dados de alta velocidade com arquiteturas diferentes.

GIF – *Graphics Interchange Format*. Formato de compressão de imagem amplamente utilizado de propriedade da CompuServe, Inc.

GIS – *Geographic Information System*. Um conjunto de procedimentos ou ferramentas computacionais capaz de coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real, responder a consultas sobre estes elementos, e, resolver problemas ou formulações que ofereçam suporte à tomada de decisões

Glonass – Sistema de Localização semelhante ao GPS.

GPS – *Global Positioning System*. Sistema de localização de cobertura mundial elaborado pelo governo dos EUA para fins militares, atualmente disponível abertamente para uso civil.

GSM – *Global System for Mobile Communications*. Sistema digital de telefonia celular, que permite oito ligações simultâneas numa mesma frequência. Introduzido em 1991, está hoje disponível em mais de cem países e já é praticamente o padrão na Europa e na Ásia.

HTML – *Hypertext Markup Language* é a linguagem de marcação padrão para criar e reconhecer documentos Web [Berners-Lee and Connolly, 1995].

HTTP – Hypertext Transfer Protocol é a linguagem usada para a interface entre o servidor e cliente na Web [Berners-Lee, 1994a].

Interface – Um limite compartilhado entre duas entidades funcionais. Um padrão especifica os serviços em termos de suas características funcionais e comportamento observado na interface. O padrão é um contrato no sentido de que ele documenta uma obrigação mútua entre o usuário do serviço e o provedor e assegura uma definição estável daquela obrigação. O conjunto de operações nomeadas que caracterizam o comportamento de uma entidade.

Interoperabilidade – A habilidade que um sistema ou componentes de um sistema tem de prover a portabilidade da informação e dar a ela capacidades de “mover” entre aplicações, controle do processo cooperativo. Interoperabilidade, no contexto da

Especificação do Open GIS, são componentes de *software* operando reciprocamente (trabalhando cada um com o outro) para tornar tarefas tediosas de conversão, obstáculos de importar/exportar, e barreiras de distribuir acesso a recursos imposto pelos ambientes de processamento heterogêneo e dados heterogêneos.

Java – Linguagem de programação criada com base na linguagem C. A linguagem Java pode ser portátil para diversas plataformas através do uso de Máquinas Virtuais específicas para cada plataforma.

Java Script – Linguagem de script baseada em Java que foi criada para atender os requisitos da Internet, inclusive os de segurança. Esta linguagem é utilizada pelos desenvolvedores de Internet para criar páginas e conteúdos dinâmicos.

JPEG – *Joint Photographic Expert Group*. Formato de compressão de imagens comumente utilizado para publicação de fotos e imagens na Internet.

LBS – *Location Based Services*. São serviços oferecidos pela Internet, que disponibilizam conteúdo a uma pessoa com base em uma combinação de seu perfil cadastrado e de sua posição atual ou planejada.

LSB – *Location Sensitive Biling*.

Mapa – Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), um mapa é a representação da Terra nos seus aspectos geográficos naturais ou artificiais que se destina a fins culturais ou ilustrativos.

m-commerce: Acrônimo de *mobile commerce* ou comércio móvel. Diz respeito à realização de comércio eletrônico utilizando dispositivos móveis como celulares ou handhelds.

MMS – *Multimedia Message Service*.

Mobile Business consiste na realização de práticas de *e-business* através do uso do canal móvel[75].

MP —*Mobile Positioning Center*.

NSDI – *National Spatial Data Infrastructure*.

Orientado a Objetos (OO) – Técnica que consiste em elaborar *software* onde dados são tratados como atributos e funções são tratados como operações e empacotados dentro de classes que são módulos discretos e interoperáveis, oferecendo vantagens de portabilidade e fácil manutenção.

Operação: especificação de uma transformação ou consulta que um objeto pode ser chamado a executar [60].

Palm: Termo utilizado hoje para definir qualquer tipo de computador portátil. Provém do nome comercial dado aos primeiros computadores de mão que surgiram. Estes computadores tinham o sistema operacional Palm OS® daí passou a ser conhecido como tal.

PC – *Personal Computer*.

PDA – *Personal Digital Assistant*.

PIM – *Personal Information Manager*.

PNG – *Portable Network Graphic*. Um gráfico de mapa de bits semelhante ao GIF.

Portabilidade: Se refere à capacidade de utilização do mesmo código fonte ou programa que foi desenvolvido para uma plataforma em outras plataformas.

PPME – *Profile Matching*.

Projeção – Dana [18] descreve projeções da seguinte forma:

Projeções de mapa são tentativas de retratar a superfície da terra ou uma porção dela em uma superfície plana. Distorções de conformidade, distância, direção, escala e área sempre resultam deste processo. Certas projeções minimizam distorções em algumas destas propriedades às custas de maximizar o erro em outras, enquanto que outras tentam moderadamente distorcer todas elas.

PSAP – *Public Safety Answering Point*

Rádio Transmissão –

Raster –

Rede Privativa de Dados –

Requisição: invocação de uma operação feita pelo cliente.

Resposta: Resultado de uma operação retornada de um servidor para um cliente.

SAIF – *Spatial Archive and Interchange Format*. Padrão utilizado no Canadá para dados espaciais.

Schema – Em termos gerais um *schema* define as características de uma classe de objetos.

SDTS – *Spatial Data Transfer Standard*. Padrão utilizado nos EUA para intercâmbio de dados espaciais.

Serviço – Uma computação realizada por uma entidade em um lado de uma interface em resposta a uma requisição feita por uma entidade no outro lado da interface. Uma parte distinta da funcionalidade que é providenciada por uma entidade através de interfaces [OGC AS 12]. É também a denominação que o Sistema Operacional Windows® dá aos seus processos que rodam em *background* para realizar uma operação específica em intervalos definidos ou em resposta a certos eventos. O termo equivalente em UNIX é *daemon*.

Servidor: Uma das denominações mais comuns dadas a um computador permanentemente conectado à Internet, que executa uma ou mais funções. Pode ser o host onde as páginas de um site ficam hospedadas, pode ser o computador que recebe e envia os e-mails dos usuários domésticos, etc. O Servidor armazena, centraliza e distribui arquivos, serviços de correio eletrônico, redes de impressão etc. O servidor é o computador capaz de receber requisições de clientes para a realização de alguma operação e retornar o resultado ou resposta de volta ao cliente.

Servidor Web é um programa que, quando recebe uma requisição por um determinado documento, processa a requisição do cliente e envia de volta o documento ou uma mensagem de erro apropriada. O processamento da requisição é feito pelo servidor e a apresentação é feita no lado do cliente.

Servidor de Mapas – Um computador na rede com funções que permitem entregar mapas a usuários sob requisições. Há um padrão do Open GIS que especifica os padrões para interface de serviços de entrega de mapas (consultar [60])

Servlets: são módulos de código Java rodando no servidor para atender a requisições dos clientes.

Sistema de Referência Espacial (SRE)

“O SRE é um sistema de referência para definir pontos no espaço, ou em uma superfície particular, por meio de distâncias, ângulos ou ambos, com relação à projeção de mapa, *datum*, um ou mais paralelos padrão e um meridiano central” [13].

Segundo o Open GIS, em sua especificação que define um padrão para os dados para SRE e para Transformações de Coordenadas [59], os dados para descrever múltiplos tipos de SRE incluem:

Sistemas de referência de coordenadas, sistemas de referência de coordenadas Geográficas, sistemas de referência de coordenadas Projetadas, sistemas de referência de coordenadas Local, sistemas de referência de coordenadas Vertical, sistemas de referência de coordenadas Temporal, sistemas de referência de coordenadas de Imagens, sistemas de referência de coordenadas, sistemas de referência de coordenadas Compostos combinando outros sistemas de coordenadas.

A definição dos dados presentes nos SRE e dos elementos relacionados a ele (Projeção, Elipsóide e *Datum*) é necessária para múltiplos tipos de Transformação de Coordenadas. As Transformações suportadas pela padronização do Open GIS incluem: transformação de coordenadas concatenadas, transformações de coordenadas combinadas, transformações de coordenadas parametrizadas, transformações de coordenadas inversa [59].

Sistemas Legados: São todos os sistemas adquiridos ou feitos por uma empresa em um determinado momento. Ou seja, são todos os sistemas já existentes na empresa.

SMS – *Short Messaging Service*.

SPAM – Spam é o ato de enviar grande quantidade de mensagens para destinatários que não autorizaram o recebimento.

TDMA – *Time Division Multiple Access* (acesso múltiplo por divisão de tempo). Trata-se de um padrão digital de telefonia celular que permite a vários usuários compartilharem o mesmo canal — um de cada vez. Cada canal TDMA pode ser usado por três assinantes.

TDoA – *Time Difference Of Arrival*

Time to Market: é o tempo que uma solução, desde a sua concepção até o produto final, leva para chegar ao mercado.

UHF – *Ultra High Frequency*, faixa de frequências muito alta (entre 300Mhz e 3 Ghz) destinada à transmissão de canais de TV aberta (do 14 para cima).

UML – *Unified Modeling Language*. UML foi desenvolvida por Grady Booch, James Rumbaugh, e Ivar Jacobson que são conhecidos como "os três amigos". A UML é a junção do que havia de melhor as três mais conceituadas metodologias de modelagem orientado a objetos, adicionado novos conceitos e visões da linguagem.

Upload – Processo de transferência de arquivo de um computador cliente para um computador servidor.

URLs – *Uniform Resource Locators*. É o método padrão para endereçar qualquer recurso que está na Internet, elas indicam a localização na Internet de um determinado recurso ou serviço

VB Script – Linguagem de script baseada na linguagem de programação Visual Basic da Microsoft.

VHF – *Very High Frequency*, faixa de frequências entre 30 MHz e 300 MHz, destinada à transmissão de canais de televisão aberta (do canal 2 ao 13).

WAP - *Wireless Application Protocol*.

Web browser ou navegador da Internet como é comumente chamado no Brasil é um *software* cliente que pode enviar requisições de documentos a qualquer Servidor Web.

Web software é um *software* que foi desenhado para trabalhar na arquitetura distribuída cliente-servidor.

WMS – *Web Map Service*. Serviço de mapas baseado na Internet. Geralmente a sigla se refere ao padrão do Open GIS e não a qualquer Servidor de Mapas (ver Servidor de Mapas).

XML - *Extensible Markup Language* é uma linguagem de marcação que fornece recursos para a representação de informação na Internet. Estes recursos permitem que documentos sejam estruturados física e logicamente [30].

EMPRESAS E MARCAS REGISTRADAS

Os nomes *OpenGIS*, *Sun*, *Autodesk*, *Esri*, *MapInfo*, *Intergraph*, *Trimble* fabricante de receptores *GPS*, *Ashtec* fabricante de receptores *GPS*, *Trackmaker*, *Inteliredes*, *Apontador*, *AOL*, *Terra*, *MapLink/UOL*, *Hands*, *GDT – Geographic Data Technology*, *Digibase*, *ProLAN*, *Sun Microsystems, Inc.*, *Hertz Never Lost*, *Windows CE for Pocket PC*, *Palm OS* e *Symbian OS/EPOC* foram referenciados no decorrer do texto e são marcas registradas de propriedade intelectual de seus respectivos detentores.

BIBLIOGRAFIA

- [1] 3G Américas. Estatísticas de Serviços Celulares. Disponível em: <<http://www.3gamericas.org/Portuguese/Statistics/>>. Acesso em: 30/07/2002.
- [2] Arc Group, Inc. Future Mobile Handsets. May 2001.
- [3] BARROS, Pablo. Linguagem de Modelagem Unificada em Português. Disponível em: <<http://www.eng.uerj.br/~araujo/disciplinas/uml/tutorial/page01.html>>. Acesso em: 22/11/2002.
- [4] BARROS, Romualdo H. M. Seminário LBS. In: Congresso GeoBrasil. 2002.
- [5] BENEVETO, Alexandre. Computadores de Bolso e Geotecnologias. Revista Infogeo, Curitiba/PR, Brasil, edição nº 22, janeiro/fevereiro 2002.
- [6] BERNERS-LEE, T. 1994a. HTTP: A protocol for networked information, Internet Draft. Internet Engineering Task Force. Disponível em: <<http://www.w3.org/hypertext/WWW/Protocols/HTTP/HTTP2.html>>. Acesso em: 29/11/2002.
- [7] BERNERS-LEE, T. and Connolly, D.W. 1995. Hypertext markup language - 2.0, Internet Draft. Internet Engineering Task Force. W3 Consortium and MIT Laboratory for Computer Science, 545 Technology Square Cambridge, Massachusetts. Disponível em: <<http://www.w3.org/hypertext/WWW/MarkUp/html-spec>>. Acesso em: 29/11/2002.
- [8] BISHR, Y. (1997) Semantic Aspect of Interoperable GIS. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- [9] BOEHNER, C.; HAASTRUP, P. e REGGIORI, A. The SIG-WWW Gateway In: Proceedings JEC-GI 97, AKM - Congress Service, Basel, 1997.
- [10] BORGES, Karla Albuquerque de Vasconcelos. Modelagem de Dados Geográficos: Uma Extensão do Modelo OMT para Aplicações Geográficas, Dissertação de Mestrado. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997.
- [11] BRAY, Tim, PAOLI, Jean, SPERBERG-McQUEEN, C. M. Extensible Markup Language (XML) 1.0 specification: Recomendação do World Wide Web Consortium. 1998. Disponível na Internet: <<http://www.w3.org/TR/REC-xml>>. Acesso em: 29/11/2002.
- [12] BRUNS, Thomas; EGENHOFER, Max J. WEB-Top Interfaces for SIG Map Algebra. Disponível em: <<http://www.cs.umd.edu/projects/hcil/People/tbruns/gisjournal/webalgebra>>. 1997. Acesso em: 25/11/2000.
- [13] Bureau of Transportation Statistics US Department of Transportation (BTS-DoT) - Resource Guide on the Implementation of Linear Referencing Systems in Geographic Information Systems CD-ROM, 1998.
- [14] BURROUGH, Peter A. Principles of GIS for Land Resources Assessment. 2ª Edição. Clarendon Press, Oxford, 1986. 346 p.

- [15] CÂMARA, Gilberto et al. 1999. Curso Introdução ao SIG. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) / Divisão de Processamento de Imagens (DPI).
- [16] CÂMARA, Gilberto et al. Towards A Unified Framework For Geographical Data Models. In: II Workshop Brasileiro de GeoInformática, 2. 2000, São Paulo, SP. Anais... São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 141. p. 37-44.
- [17] CÂMARA, Gilberto; SOUZA, Ricardo Cartaxo Modesto; FREITAS, Ubirajara Moura; GARRIDO, Juan; SPRING: Integrating Remote Sensing And GIS By Object-Oriented Data Modeling. Brazil: Image Processing Division (DPI), National Institute for Space Research (INPE), 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/spring.pdf>>. Acesso em: 30/11/2002.
- [18] DANA, Peter. Map Projection Overview. Atualizado em 03/10/2000. Disponível em: <<http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/mapproj/mapproj.html>>. Acesso em 02/11/2002.
- [19] Dicionário de Informática. Disponível em: <http://www.sidneydg.hpg.ig.com.br/ciencia_e_educacao/8/index_int_2.html> - Acesso em: 29/11/2002.
- [20] DISERA, Dave – GITA President and GORMAN, Martha - GITA International Liaison. Interoperabilidade: o próximo passo. In: Conferência GITA. 2002. Tampa, Florida, USA. Traduzido por CASTELO BRANCO, Luiz Henrique e LOVATO, Henrique Kerbauy. Revista Infogeo, Curitiba/PR, Brasil, edição nº 22, janeiro/fevereiro 2002.
- [21] ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant. Fundamentals of Database Systems. Addison Wesley, 2001. 1000 p.
- [22] Embedded Linux Consortium - <http://www.embedded-linux.org/>
- [23] Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Projeto Brasil visto do espaço. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpem.embrapa.br>>. Acesso em: 27/08/2002.
- [24] Environmental System Research Inc. (ESRI). <www.esri.com>.
- [25] Federal Communications Commission (FCC). <<http://www.fcc.gov/911/enhanced/>>. Acesso em: 30/01/2003.
- [26] FONSECA, Frederico e DAVIS, Clodoveu. Geoprocessamento e Internet. In: GIS BRASIL 98. 1998, Curitiba, Paraná.
- [27] FONSECA, Frederico. Onde estou, prá onde vou?: questões sobre interfaces e ontologias utilizadas nas consultas geográficas em serviços wap. Revista Infogeo, Curitiba/PR, Brasil, edição nº16, novembro/dezembro 2000.
- [28] Garmin Corporation. GPS Guide. Disponível em: <<http://www.garmin.com/manuals/gps4beg.pdf>>. Acesso em 27/09/2002.
- [29] Henry Davis Consulting, Inc. The Earliest Known Map. Disponível em: <<http://www.henry-davis.com/MAPS/Ancient%20Web%20Pages/100mono.html>>. Acesso em: 27/01/2003.

- [30] HUNT, C. TCP/IP Network Administration, A Nutshell Handbook. O'Reilly & Associates, Inc., Sebastopol, Califórnia. 1994.
- [31] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Processamento de Imagens (DPI). Mosaico do Brasil. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/mosaico/>>. Acesso em 16/09/2002.
- [32] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Sistema de ajuda do SPRING. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/geoproc.htm>>. Acesso em: 05/12/2002.
- [33] Intelliwhere – a division of Intergraph Corporation. < <http://www.intelliwhere.com/>>.
- [34] INTERGRAPH Corporation. The Geospatial Enterprise: Data Management. Disponível em: <http://www.intergraph.com.sg/about_us/w_papers/DDGC535A0.pdf>. Último acesso em: 12/05/2002.
- [35] International Data Corporation (IDC). The Future of Mobile Commerce, 2000.
- [36] International Data Corporation (IDC). Report, Data Warehousing Tools Market Forecast and Analysis:2000-2004. Disponível em: <http://www.vistastor.com/bc_managing.shtml >. Acesso em: 21/05/2001.
- [37] JIN, Xia. Architecture Models of Distributed GIS. University of Wisconsin, Milwaukee. 10/09/2002. Disponível em: <<http://www.uwm.edu/People/xiajin/myGIS/chap5/Chapter%205.ppt>>. Acesso em 14/10/2002
- [38] Jshape Project. Disponível em: <<http://www.jshape.com/>>. Acesso em: 12/10/2002.
- [39] KOTTMAN, Cliff - Open GIS Consortium. Introduction to Open GIS®. 1999, Tokyo, Japan.
- [40] LARSON, Ray R. Geographic Information Retrieval and Spatial Browsing. Disponível em: <http://sherlock.berkeley.edu/geo_ir/PART1.html>. Acesso em: 29/11/2002. University of Berkeley, Califórnia.
- [41] LAURINI, Robert and THOMPSON, Derek. Fundamentals of Spatial Information Systems. Academic Press Inc, 1992. 484 p.
- [42] LEICHSENRING, Germano; SUMIYA, Kazutoshi; UEHARA, Kuniaki. A Location-Aware BBS for Mobile Environments. May 22, 2000.
- [43] Location Interoperability Forum (LIF). < <http://www.openmobilealliance.org/lif/>>.
- [44] Location Inter-operability Forum (LIF). Mobile Location Protocol. LIF TS 101 Specification. Version 3.0.0. 06/06/2002.
- [45] LOUIS, Hecht Jr. Location Services: Remarks, Considerations, Challenges. In: 1st Location Interoperability Forum Meeting, November 14, 2000.
- [46] MapInfo Corporation. <www.mapinfo.com>.

- [47] MAPINFO Corporation. Mobile Location Services: Location-based technology and vision for the next-generation of enhanced services. Disponível em: <http://www.mapinfo.com/community/free/library/mobile_location_svcs_whitepaper.pdf>. Acesso em: 03/12/2002.
- [48] MCCAULEY, James Darrell; NAVULUR, Kumar C. S.; ENGEL, Bernard A.; SRINIVASAN, Raghavan. Serving GIS Data through the Wide - World Web. In: National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA). Disponível em: <<http://pasture.ecn.purdue.edu/~engelb/ncgia96/engel.html>>. 1996. Acesso em: 29/11/2002.
- [49] MCCOOL, R. The common gateway interface, Software available from the National Center for Supercomputing Applications at the University of Illinois in Urbana-Champaign. Disponível em: <<http://hoohoo.ncsa.uiuc.edu/cgi/overview.html>> . Acesso em: 30/11/2002.
- [50] MCKEE, Lance. Web Mapping Technologies. In: GeoWorld, Fevereiro/2001. Disponível em: <http://www.opengis.org/info/gisworld/GeoWorld/GW-022001_LMcKee.htm>. Último acesso em 22/11/2002.
- [51] MINELLI, A. C. O.; LOUREIRO, A. A. F. Uma Ferramenta para Desenvolvimento de Aplicações para Dispositivos Móveis. Departamento de Ciência da Computação – UFMG / 2002.
- [52] MOLENAAR, Martien. An Introduction to the Theory of Spatial Object Modeling for GIS. Taylor and Francis Ltd., 1998.
- [53] MORRIS, Barbara. CARTO-NET: Graphic Retrieval and Management in an Automated Map Library. Special - Libraries Association, Geography and Map Division Bulletin, 1988.
- [54] National Marine Electronics Association. Disponível em: <<http://www4.coastalnet.com/nmea/default.html>>. Acesso em: 13/10/2002.
- [55] O Globo online. Os números da indústria móvel. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/oglobo/especiais/novatec/63160112.htm>>. Acesso em 20/11/2002.
- [56] Object Management Group (OMG). Unified Modeling Language (UML) Specification. Disponível em: <<http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/01-09-67>>. Acesso em: 22/11/2002
- [57] OLIVEIRA, Cêurio de. Curso de Cartografia Moderna, Fundação IBGE, 1988.
- [58] Open GIS Consortium Inc. Open GIS Project Document: OGC 00-28. Web Map Server Interface Implementation Specification. 19/04/2000.
- [59] Open GIS Consortium Inc. Open GIS Project Document: OGC 01-014r5: Recommended Definition Data for Coordinate Reference Systems and Coordinate Transformations. 10/11/2001.
- [60] Open GIS Consortium Inc. Open GIS Project Document: OGC 01-068r3: Web Map Service Implementation Specification. Editor: Jeff de La Beaujardière. 16/01/2002.

- [61] Open GIS Consortium Inc. Open GIS Project Document: OGC 02-058: Web Feature Service Implementation Specification. 19/09/2002.
- [62] Open GIS Consortium Inc. Open GIS Project Document: OGC 02-069. Geography Markup Language (GML) 2.1.2 Implementation Specification. 17/09/2002.
- [63] Open GIS Consortium. Glossário. Disponível em: <<http://ogc.opengis.org/cgi-bin/displayGlossary.pl>>. Acesso em: 18/08/2002.
- [64] Open GIS Consortium. Open GIS Specifications. Disponível em: <<http://www.opengis.org/techno/specs.htm> >. Acesso em: 15/11/2001.
- [65] Palm OS – <http://www.palmos.com>
- [66] Parlay Group. < <http://www.parlay.org/>>.
- [67] PERREAULT, William D. Jr. and E. Jerome McCarthy. Basic Marketing: A Global-Managerial Approach,” Irwin McGraw-Hill (13e). 1999.
- [68] RADDCOMM Wireless Consulting Services L.L.C. Location Methods for E-911 Phase II. Disponível em: <<http://www.raddcomm.com/E-911%20Location%20Methods.htm>>. Acesso em: 31/07/2002.
- [69] Revista Fator GIS on-line. <<http://fatorgis.com.br/>>. Acesso em: 24.10.2002
- [70] ROSA, Roberto Dr. Apostila do Curso de Cartografia. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia – Laboratório de Cartografia, Março/2000.
- [71] ROZENFELD, Henrique. Visão holística do negócio. Disponível em: <http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/visao_holistica.html>. Acesso em: 11/09/2000.
- [72] RUMBAUGH, J., BLAHA, M., PREMERLANI, W., EDDY, F., LORENSEN, W. Object-Oriented Modeling and Design. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.
- [73] SCHELL, David - Open GIS Consortium President. Introduction to Open GIS Consortium, Inc. In: GALDOS AND GEOMATICS. 2000, Vancouver, Canadá.
- [74] Siemens, Inc. First GSM order in Brazil. Disponível em: <<http://www.siemens.com/mobile-business/newsroom>>. Acesso em 09/10/2002.
- [75] Siemens, Inc. www.siemens.com.br.
- [76] SUN Microsystems and Environmental System Research Inc. (ESRI). Java™Location Services - <www.jlocationsservices.com>.
- [77] SUN Microsystems. Customer Survey, 2001.
- [78] SUN MICROSYSTEMS. Java Location Services: The New Standard For Location-Enabled E-Business. Disponível em: <<http://www.digitalearth.net.cn/GISFundamentalIssues/LBS-Location%20Based%20Service/Java%20Location%20Service%20The%20New%20standard%20for%20location-enabled%20E-business.pdf>>. Acesso em: 29/11/2002.

- [79] SUN Microsystems. Mobile Information Device Profile: JAVA™2 Platform, Micro Edition (J2ME™). Disponível em: <<http://developer.java.sun.com/developer/restricted/midp20>>. Acesso em: 29/11/2002.
- [80] SUN Microsystems. Plataforma Java – <http://java.sun.com/>
- [81] SUN Microsystems. The CLDC HotSpot™ Implementation Virtual Machine. JAVA™2 Platform, Micro Edition (J2ME™). Disponível em: <http://java.sun.com/products/cldc/wp/CLDC_HI_WhitePaper.pdf>. Acesso em: 29/11/2002.
- [82] SUN Microsystems. Plataforma Java Micro Edition – <http://java.sun.com/j2me>
- [83] Symbian OS/EPOC - <http://www.symbian.com/technology/symbos-v6x-det.html>
- [84] Terra Provedor de Internet, seção Notícias. GSM soma 71% do mercado mundial de serviços digitais sem fio. Disponível em: <<http://idgnow.terra.com.br/idgnow/telecom/2002/05/0004>>. Acesso em: 29/05/2002.
- [85] The Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS). Disponível em: <<http://www.oasis-open.org/>>. Acesso em 10/06/2002.
- [86] Trimble Corporation. All about GPS. Disponível em: <<http://www.trimble.com/gps/>>. Acesso em: 12/07/2002.
- [87] VANELI, Paulo César. Seminário LBS. In: Congresso GeoBrasil. 2002.
- [88] Vistastor Corporation. Doing Business in a Brave New World. Disponível em: <http://www.terry.uga.edu/~hwatson/Rob_Armstrong.ppt>. Acesso em: 16/09/2002.
- [89] W3C's main XML. Disponível em: <<http://www.w3.org/XML/>>. Acesso em: 25/05/2002.
- [90] WAP Forum. < <http://www.wapforum.org/what/technical.htm>>.
- [91] Watson, Richard T. U-Commerce: Expanding the Universe of Marketing. Disponível em: <<http://www.terry.uga.edu/cisl/includes/pdf/u-com.pdf>>. Acesso em: 30/01/2003.
- [92] Windows CE – <http://www.microsoft.com/windows/embedded/ce.net>
- [93] WORBOYS, Michael F. GIS - A Computing Perspective. Taylor and Francis Ltd., 1995. 392 p.
- [94] Wshape Project. Disponível em: <<http://www.jshape.com/waba/wshape.htm>>. Acesso em: 12/10/2002.
- [95] XAVIER, Francisco Cândido. Vinha de Luz.
- [96] XML.org -- the central spot on the Web for XML news, information, and implementations. Disponível em: <<http://www.xml.org/>>. Acesso em 10/05/2002
- [97] Open Location Services. <www.openls.org>.

APÊNDICE

APÊNDICE A – DICIONÁRIO DE DADOS

Neste apêndice são apresentadas todas as classes propostas pelo modelo. As classes aparecem em ordem alfabética e os nomes que as identificam são os posicionados mais à esquerda da página. Logo abaixo do nome de classe aparecem os seus possíveis atributos e operações (com os argumentos de entrada e, possivelmente, um tipo de retorno esperado) seguidos de sua semântica.

AbstractFeature

Uma feição abstrata provê um conjunto de propriedades comuns. Um tipo de feição concreta deve derivar de seu tipo e especificar propriedades adicionais em um schema de aplicação. Uma feição pode opcionalmente possuir um atributo de identificação ('fid')

Atributos:

name :

Nome da Feição

fid : Id

Identificador da Feição

boundedBy :

Armazena o perímetro da feição.

description :

Uma descrição sumária da feição.

AbstractFeatureCollection

Uma coleção de feições possui zero ou mais instâncias de feições.

Derivado de AbstractFeatureCollectionBase

AbstractFeatureCollectionBase

Este tipo abstrato apenas torna mandatória a existência de um BoundedBy para uma coleção de feições.

Derivado de AbstractFeature

AbstractGeometry

Classe abstrata que representa a geometria de elementos geográficos. Todos elementos geometria são derivados deste supertipo abstrato; um elemento geometria pode estar associado a um Sistema de Referência Espacial e ter um atributo de identificação.

Atributos:

gid :

identificador da geometria

srsName : uriReference

O nome ou a referência para um Sistema de Referência Espacial Específico.

AbstractGeometryCollectionBase

Este tipo básico abstrato utilizado para coleções de geometria apenas faz que o SRE seja obrigatório

Derivado de AssociationAttributeGroup, AbstractGeometry

AccessRestriction

Informar os tipos de restrições quanto ao acesso aos dados presentes neste servidor.

Address

Conjunto de atributos que definem o endereço físico de um determinado objeto.

Derivado de Point_Info

Atributos:

street :

nome da rua.

number :

número do prédio

district :

bairro

zipCode :

Código Postal, CEP no Brasil.

city :

Nome da Cidade

state :

Nome do Estado da Federação.

country :

Nome do País.

AdditionalAttributes

Os diversos tipos de informações com uma referência espacial poderão ter um número aleatório de atributos. Para resolver isto, cada informação poderá possuir qualquer quantidade de atributos que serão mapeados em um objeto da classe Atributos adicionais.

Atributos:

name :

Nome do Atributo adicional.

value :

Valor do Atributo adicional.

AdditionalMappingServices

Derivado de Web Map Service - WMS

Operações:

Geocode ([PlaceName, Address, CEP] no mínimo um é requerido) : coordX, coordY

Determina uma posição geográfica a partir de um nome de lugar, endereço, CEP, etc.

ReverseGeocode (coordX, coordY) : PlaceName, Address, CEP

Determinar um nome de local, endereço ou CEP a partir de coordenadas geográficas.

getRoute (startPoint, endPoint) : uma rota em um determinado formato.

Responsável por estabelecer e indicar um caminho a ser seguido como resposta a uma requisição em que foi oferecida o ponto de origem e o ponto de destino.

findNearest (coordX, coordY) : *Feature(s)*.

Localizar o serviço ou feição que se encontra mais próximo a um dado ponto.

Angle_of_Arrival

O ângulo em que o sinal do aparelho do usuário chega a uma determinada antena.

Antenna

Também conhecida como Estação Rádio Base (ERB). É a torre responsável pela transmissão das ondas de rádio do celular.

Atributos:

Id :

Identificador da Antena. Existe uma padronização mundial seguida pelos fabricantes para a especificação deste número.

Cell :

A célula ou área de abrangência do sinal de uma antena.

AoA

AoA é a sigla para Angle of Arrival. Calcula a posição do usuário por meio do cálculo do ângulo de chegada dos sinais provenientes do usuário às antenas.

Derivado de NetworkBased

AssociationAttributeGroup

Estes atributos podem ser atachados a qualquer elemento, desta forma, permitindo a ele agir como um ponteiro. O atributo schema remoto permite a um elemento carregar atributos de link para indicar que o elemento é declarado em um schema remoto.

Atribution

Este elemento opcional permite identificar a fonte dos dados usado em um Layer ou em uma coleção de Layers.

Atributos:

onlineResource :

Estabelece a URL do Provedor dos dados.

title :

Título é um texto nomeando o provedor dos dados.

URLLogo :

É a URL de uma imagem que é o logotipo do provedor.

Attribute

Um layer pode conter outros atributos além dos definidos pelo OpenGIS. Para cada atributo dá-se um nome do atributo e um valor.

Ele pode ser usado para mapear os atributos opcionais consultável, cascadeável, opaco, sem_subconjuntos, largurafixa e alturafixa definidos em OpenGIS WMS.

Atributos:

name :

Nome do Atributo adicional

value :

Valor dado ao atributo adicional

BoundingBox

Um box ou elemento nulo são ambos valores permitidos.

Atributos:

null :

Box

Cada <RetânguloEnvolvente> encerra ou uma seqüência de dois elementos <coord> ou um elemento coordenadas contendo exatamente duas tuplas de coordenadas; a primeira delas é construída a partir do valor mínimo medido ao longo de todos os eixos, e a segunda é construída a partir do valor máximo medido ao longo de todos os eixos.

O Box define uma extensão através de um par de coordenadas.

Derivado de AbstractGeometry

Atributos:

coordinates :

Texto contendo as tuplas de coordenadas necessárias para se estabelecer a posição do objeto.

CDMA

Code Division Multiple Access. Tecnologia que não designa uma frequência a cada usuário. Todos podem usar toda a banda. As conversas individuais são

codificadas através de uma seqüência digital. As derivações do CDMA são o CDMA 2000 1x e o 1x EV-DO (Evolution Data Only), este na terceira geração.

Derivado de *CommunicationType*

Cell-ID

Método de localização que usa o ID da antena para calcular a posição aproximada do usuário já que o mesmo poderá estar em qualquer posição no interior da referida célula.

Derivado de *NetworkBased*

Cell-Sector

Semelhante ao Cell-ID porém divide a célula em setores. A localização passa a ser em relação a estes em vez de ser em relação à célula. Melhora um pouco a precisão em relação ao Cell-ID.

Derivado de *NetworkBased*

CellularSubscriber

Assinante comum do serviço celular que deseja usufruir dos SBLs

Derivado de *MobileUser*

ClientProfile

Uma associação de classe que armazena, para cada usuário, os seus gostos, desejos e preferências em relação aos tipos de serviço oferecido, desta forma, cada usuário possui um conjunto de categorias que lhe interessa.

Atributos:

Activated :

Este é um atributo booleano com a função de armazenar o status do usuário em relação ao momento em que deve receber SBLs automaticamente, com base em seu perfil.

CommunicationType

O tipo de tecnologia utilizada pelo usuário para ter acesso aos SBLs.

Contact

Informações para se entrar em contato com a empresa ou com o(s) responsável(is) pela informação geo-espacial.

Atributos:

name :

Pessoa com quem se deve fazer contato para obter informações sobre os dados.

title :

Qual o cargo que a pessoa exerce, profissão, etc da pessoa do contato.

company :

address : PhysicalAddress

Endereço do responsável pelos dados.

phone :

Número de Telefone incluindo o DDD no formato (0XX).

email :

e-mail para se entrar em contato com o fornecedor do dado.

Coord

Existem duas formas de se representar coordenadas (1) como uma sequencia de elementos coord que encapsula tuplas (2) usando um texto concatenado simples <coordinates> (string).

Coord representa uma tupla de coordenadas em uma duas ou três dimensões.

Atributos:

x :

Armazena o valor da coordenada sobre o eixo X (e.g. valor da longitude)

y :

Armazena o valor da coordenada sobre o eixo Y (e.g. valor da Latitude)

z :

Armazena o valor da coordenada sobre o eixo Z (e.g. valor da altitude)

CoordinatesServer

Este é o Servidor de Coordenadas ou Servidor de Localização de usuários. Ele provê a localização a outras classes mediante consulta. Ele é o responsável por interrogar a tecnologia de localização quanto à posição atual dos usuários móveis.

Operações:

InformPosition (*MU_Id*, isto é, o Identificador do Usuário Móvel) : coordX, coordY

Dado um identificador de usuário ele retorna a posição do mesmo. Existem alguns protocolos ou APIs que sugerem um formato para esta requisição, no entanto, como nenhum deles se comporta como um padrão único, foi preferível não vincular a nenhum deles. Pessoas que estejam interessados em implementar um dos referidos protocolos poderão encontrar informações na seção 3.5.1 onde encontrará uma referência ao padrão completo utilizado em cada um dos protocolos.

RecoveryCoordinates (*MU_Id*, isto é, o Identificador do Usuário Móvel) : coordX, coordY.

Recupera a posição do usuário calculada pela tecnologia de Localização em um intervalo de tempo pré-determinado quando pelo menos um tipo de serviço estiver ativado para aquele usuário.

locateNearestMobileUser (coordX, coordY) : *MU_Id*, isto é, o Identificador do Usuário Móvel.

Operação utilizada para determinar qual Dispositivo/Usuário Móvel encontra-se mais próximo.

Country

Armazenará o nome do município.

Derivado de Polygon_info

DataURL

A URLdosDados é utilizada para indicar o endereço onde há mais informações sobre os dados representados em um Layer particular. É útil para clientes e Cascading WMS conhecerem o conteúdo fornecido por um WMS particular.

Datum

O Datum pode ser Vertical que é a referência usada para medir elevações, profundidade, ou alturas em um sistema de referência vertical. Pode ser também um Datum Horizontal Local que especifica a referência usada para medir posições no sistema de coordenadas local.

Segundo Peter Dana (Web), eles definem o tamanho, forma e a origem e a orientação dos sistemas de coordenadas.

Atributos:

Dx :

É o Delta X que é o valor correspondente a diferença em X com relação ao WGS84

Dy :

É o Delta Y que é o valor correspondente a diferença em Y com relação ao WGS84

Dz :

É o Delta X que é o valor correspondente a diferença em X com relação ao WGS84.

Rx :

Rotação para o eixo X utilizado para o cálculo de conversão de coordenadas polares.

Ry :

Rotação para o eixo Y utilizado para o cálculo de conversão de coordenadas polares.

Rz :

Rotação para o eixo Z utilizado para o cálculo de conversão de coordenadas polares.

deltaScale :

Se for necessário aplicar escala aos valores o valor da escala deve ser armazenado neste elemento.

name :

O nome do Datum

Dimension

Encerra metadados para dados multidimensionais.

District

Armazenará o nome do Bairro.

Derivado de Polygon_info

E-OTD

Sigla para Enhanced Observed Time Difference. Utiliza cálculos e algoritmos no aparelho para definir a sua posição ao mesmo tempo em que se utiliza da rede para auxiliar os cálculos.

Derivado de HandsetBased, NetworkBased

Elipsoide

As posições são definidas sobre a superfície de um elipsóide de referência que se aproxima da forma da terra. O elipsóide de Referência pode ser Global ou Local.

EmergencyVehicle

Um usuário/veículo caracterizado por prestar serviços de emergência.

Derivado de MobileUser

Employee

Empregado integrante da equipe de campo de uma determinada empresa que acessará um SBL, também específico da empresa, para auxiliá-lo na realização de suas atividades.

Derivado de MobileUser

EventManager

O Gerenciador de Eventos é responsável por monitorar as áreas de influência dos Objetos Espaciais quanto à incidência de usuários cujos perfis denotem interesse no tipo de serviços oferecidos por estes objetos espaciais.

Atributos:

UserProfileVector :

Vetor contendo os perfis dos usuários cadastrados para receber SBL Orientado por Eventos. Este vetor é composto de um identificador do usuário móvel (MU_ID), do tipo de serviço desejado pelo usuário (ServiceType) e uma informação adicional que indica se o serviço está ou não ativo.

ServiceURL_of_SpatialObject :

Para cada Objeto Espacial, cuja área de influência esteja sendo monitorada, haverá um registro correspondente nesta variável que é um vetor composto de posição do Objeto, Área de Influência (AI), URL do serviço a que se refere.

Operações:

RecoveryProfile (*MU_Id*, isto é, o Identificador do Usuário Móvel) : ServiceType

Recupera os perfis de usuários a fim de construir o vetor de perfis de usuários.

RecoveryAI_of_SpatialObject (*broadcasting*) : SpatialObjects, Location, AI, Service_URL

Recupera as Áreas de Influência (AI) de Objetos Espaciais e utiliza estas informações para atualizar o vetor de AIs

monitorarAI (SpatialObjects, Location, AI, *MU.Location*) : SpatialObject, *MU_ID*.

Operação responsável por detectar a incidência de usuários em Áreas de Influência de objetos, cujo tipo de serviço seja do interesse dos mesmos.

sendMessageToPI (Service_URL, SpatialObject, MU_ID, coordX, coordY) : timeout, que servirá para que o Gerenciador de Eventos desative o serviço temporariamente, a fim de evitar que um mesmo usuário receba o mesmo serviço várias vezes.

Envia uma mensagem ao cliente informando que ele se encontra próximo a um determinado serviço. Juntamente com o aviso é enviada uma URL e uma descrição do serviço.

ExceptionFormat

O formato no qual são relatados erros pelo WMS.

Extension

Encerra metadados para dados multidimensionais.

FeatureAssociation

Uma instância deste tipo (e.g. uma instância de uma feição) pode ou guardar ou apontar para uma feição ou coleção de feições; este tipo pode ser restringido em um schema de aplicação para permitir apenas feições específicas serem aceitas como participantes válidos da associação. Quando servindo como um simples link que referencia uma instância de uma feição remota, o valor do atributo remoteSchema pode ser usado para localizar o fragmento do schema que se restringe à instância desejada.

FeatureListURL

Uma URL usada para apontar para uma lista das feições representadas em um Layer.

GPS

Sigla para Global Positioning System. É composto por uma rede de satélites em órbitas altas possibilitando a localização de qualquer aparelho receptor na superfície terrestre.

Derivado de HandsetBased

GSM

Global System for Mobile Communications. Sistema digital de telefonia celular, que permite oito ligações simultâneas numa mesma frequência. Introduzido em 1991, está hoje disponível em mais de cem países e já é praticamente o padrão na Europa e na Ásia.

Derivado de CommunicationType

GeometryAssociation

Uma instância deste tipo (e.g. um objeto geometria) pode ou anexar ou apontar para um elemento geométrico primitivo. Quando servindo como um simples link que referencia uma instância de uma geometria remota, o valor do atributo schema remoto pode ser usado para localizar um fragmento de schema que restringe a instância alvo.

GeometryCollection

Uma coleção geometria deve incluir uma ou mais geometrias, referenciadas através elementos derivados da geometria abstrata.

Derivado de AbstractGeometryCollectionBase

GeometryProperty

Propriedade Geométrica é modelada como uma associação de classe que liga uma feição com uma geometria; tipos de propriedades geométricas concretas como a PropriedadePonto restringe a geometria a um tipo particular (e.g. Ponto)

Uma propriedade geometria simples encapsula um elemento do tipo geometria. Alternativamente, ela pode funcionar como um ponteiro (um link simples) que refere a um elemento remoto da classe geometria.

Georeferential_Information

Uma notícia, um evento, uma loja, um produto à venda ou um ponto turístico, desde que se refiram a uma localização, por exemplo, através de um endereço,

são informações georreferenciáveis.. Por estas informações não terem informações geométricas não podem ser mapeadas enquanto não forem georeferenciadas (tiverem coordenadas).

Atributos:

ID :

Identificador único para a informação.

URLWebAddress :

URL onde é possível obter mais informações sobre a informação.

Description :

Um texto contendo uma descrição sobre o objeto a que a informação georreferencial se refere.

HandsetBased

O cálculo da posição é realizado no próprio aparelho do usuário.

Derivado de LocationTechnology

Identificador

Este elemento é usado pelo WMS para listar números identificadores ou rótulos para as suas feições definidos por uma Autoridade Particular.

Atributos:

NomeAutoridade :

Nome da autoridade responsável por atribuir os nomes para as entidades ou feições.

URLAutoridade :

Estabelece a URL de um documento definindo os significados dos valores dos identificadores.

ValorID :

Lista o ID definido por uma entidade para aquele Layer.

InfluenceArea

Área de Influência de um elemento geográfico. Serve para determinar qual a área próxima aos objetos espaciais devem ser monitoradas quanto à incidência de usuários.

Derivado de AbstratctGeometry

InformationProvider

O PI é o ponto de acesso para um usuário móvel requisitar SBLs. Responsável por selecionar as informações relativas a diferentes objetos geográficos pertencentes a distintos WMSs, estruturar as informações, prepará-las e enviá-las ao usuário móvel, podendo, adicionalmente, adaptar o conteúdo ao tipo de interface disponível no aparelho do usuário

Derivado de AdditionalMappingServices

Atributos:

Cliente : MobileUser

Variável/objeto da classe Usuário móvel responsável por armazenar todas as informações que o PI necessita para entregar serviços aos mesmos.

WMSCatalog :

Armazena o catálogo que define o WMS(s) consultado(s) para que o Gerenciador de SBLs conheça a estrutura do Servidor de Mapas e seja capaz de realizar consultas ao mesmo.

Operações:

GetGeorreferentialsInfo (local, ServiceType, otherFilters) : textual_information.

Tem a função de recuperar uma informação georreferenciável (e.g. hotel) ou várias que se enquadrem em algum critério de busca.

GetSpatialObjects (local, ServiceType, otherFilters) : SpatialObjects

Tem a função de recuperar objetos espaciais correspondentes às opções especificadas em um filtro de consulta ou um objeto específico pelo seu nome.

SendAdvertisementToMU (ServiceDescription, Service_URL) :

Quando o Gerenciador de Eventos detecta a presença de um usuário em uma área de influência ele notifica o PI que através desta operação, enviará uma mensagem ao usuário contendo uma pequena descrição do serviço em suas proximidades e uma URL onde ele poderá interagir com o PI para obter mais informações.

GetService (MobileUser.Location, ServiceType, otherFilters) : Service

Operação utilizada pelo usuário para recuperar um serviço de um determinado tipo segundo determinados critérios (e.g. restaurantes num raio de 500m). Este

método fará chamadas a vários outros métodos de outras classes para conseguir entregar ao usuário um conteúdo baseado em sua localização.

Jurisdiction

Jurisdicção ou divisão de uma região em espaços menores para fins administrativos.

Derivado de Polygon_info

Keyword

Cada WMS pode ter várias palavras chaves que ajudem a descrevê-lo. Serve para auxiliar na pesquisa de catálogo.

Layer

Cada mapa disponível no Servidor é anunciado por elementos Layer nas respostas a uma requisição getCapabilities.

Derivado de AbstractFeatureCollection

Atributos:

name :

Se, e somente se, um layer tem um <Nome>, então ele é um layer de mapa que pode ser requisitado usando o nome no parâmetro LAYERS de uma requisição GetMap.

title :

O Título é requerido para todos os layers; ele é um texto legível para o homem para ser usado na apresentação em um menu, por exemplo.

LatLongExtentRect :

Cada Layer deve ter exatamente um elemento <RetEnvolventeLatLong> que ou é estabelecido explicitamente ou herdado de um layer pai. <RetEnvolventeLatLong> estabelece o retângulo mínimo no SRS de coordenadas geográficas projetado usando a projeção pseudo-Plate Carrée que plota Longitude ao longo do eixo X e Latitude ao longo do eixo Y.

scaleInfo :

O Layer pode incluir um elemento <Dica_Escala> que sugere as escalas mínima e máxima na qual é apropriado exibir este Layer. O valor mínimo é máximo se refere ao tamanho de um pixel do mapa. Este tamanho pode ser

expresso como a distância terrestre relativa à diagonal do pixel. O valor mínimo e máximo recomendade para esta diagonal são os dois valores que aparecerão em <Dica_Escala>.

Legende

Endereço da Legenda.

LineString

Uma linha é um caminho linear ciente de suas partes definido por uma lista de coordenadas conectadas por segmentos de linha diretos. Um caminho fechado é indicado por ter coincidente a primeira e a última coordenada. Ao menos 2 coordenadas são requeridas. Ela é definida por duas ou mais tuplas de coordenadas com interpolação linear entre elas.

Derivado de AbstractGeometry

Atributos:

coordinates :

Texto contendo as tuplas de coordenadas necessárias para se estabelecer a posição do objeto.

LineStringProperty

Encapsula uma LineString simples para representar 'centerLine' e bordas..

Derivado de GeometryProperty

Line_Info

Quando a informação georreferencial é sobre um elemento linear do terreno (e.g. rio). Todas as suas subclasses serão identificadas pelo atributo nome.

Derivado de Georeferential_Information

Atributos:

name :

Nome do elemento linha a ser representado.

LinearRing

Um anel linear é definido por quatro ou mais tuplas de coordenadas com interpolação linear entre elas sendo que a primeira tupla de coordenadas deverá ser coincidente com a última.

Derivado de `AbstractGeometry`

Atributos:

coordinates :

Texto contendo as tuplas de coordenadas necessárias para se estabelecer a posição do objeto.

LocationTechnology

O tipo de tecnologia utilizada para calcular a posição de usuários móveis.

Atributos:

protocol :

O protocolo utilizado para se comunicar e realizar o cálculo da posição. Atualmente os principais protocolos em uso são o NMEA, o TSIP, o Binary Rockwell para o GPS e LIF/MLP, Parlay, WAP Forum e Magic API para os métodos de posicionamento baseados em rede.

precision :

Informa a capacidade em metros que o método tem de acertar a posição individual. Informa qual o erro médio de suas posições.

Operações:

`calculatePosition (MU_ID) : coordX, coordY`

Calcula a posição do usuário e informa a outras classes o resultado da posição calculada. Este método será implementado como uma operação polimórfica, em que a mesma operação possui implementação distinta em suas subclasses.

Map

Um Mapa é uma representação visual de geodados. Um mapa não é o dado real. Esta representação visual pode estar em um dos formatos de figura conhecido (e.g. png, gif, jpeg). Cada mapa disponível é informado aos outros pelo elemento `<Layer>`

Atributos:

unity :

Unidade de Medida para o Mapa. Pode ser pés, metros, graus, etc.

backgroundColor :

Cor de fundo a ser aplicada ao mapa.

legend :

Legenda do mapa.

wide :

A largura em pixels inteiros da imagem de mapa produzida.

length :

O comprimento em pixels inteiros da imagem de mapa produzida.

format :

O formato da imagem produzida a partir dos dados que representa o mapa.

exceptionFormat :

Um tipo de documento MIME no qual será produzida resposta em caso de um erro que gere uma excessão.

SLDSupport :

Se aquele mapa suporta o padrão SLD do OpenGIS.

Operações:

zoomIn (scale) : newMap

Aumenta a escala de visualização do mapa.

zoomOut (scale) : newMap

Diminui a escala de visualização do mapa.

move (direction, distance) : newMap

É usado para arrastar o mapa pela janela de modo a visualizar regiões adjacentes à posição do mapa visível no momento anterior à aplicação da operação.

Meta-dataURL

Este elemento oferece metadados detalhados e padronizados sobre os dados dentro de um Layer.

Atributos:

type :

O padrão com o qual o metadado é compatível. Os dois tipos possíveis são 'TC211' que se refere a [ISO 19115] e o valor FGDC que se refere a [FGDC-STD-001-1998]. Este elemento não pode ser usado para referenciar metadados não padronizados, em vez deste use URLdosDados.

format :

MobileUser

O usuário móvel pode ser qualquer tipo de usuário que esteja apto a receber informações baseadas em sua localização, a qual deverá ser fornecida automaticamente por alguma tecnologia de localização .

Atributos:

MU_Id :

Identificador único para cada usuário.

InterfaceType :

A interface através da qual o usuário interage para receber serviços baseados em localização. Estas interfaces podem ser HTML, WML, SMS, MMS, etc.

Operações:

receiveContent () :

Recebe o conteúdo que o PI preparou para ele.

showTextualInfo () :

Operação responsável por exibir as informações textuais recebidas no dispositivo móvel.

showMap () :

Responsável por exibir um mapa, geralmente em algum formato de figura específico como JPG, GIF, PNG, etc.

showFeature () :

Os clientes móveis mais robustos poderão se interessar em receber as informações geográficas como feições. Neste caso este método é o responsável por exibir este tipo de informação.

MultiLineString

Uma MultiLineString é definida por uma ou mais LineStrings, referenciados através de elementos do tipo LineString.

Derivado de GeometryCollection

Atributos:

lineStringMember :

Representa uma instância de LineString

MultiLineStringProperty

Encapsula um elemento MultiLineString para representar as seguintes propriedades geométricas descontínuas: MultiCenterOf e MultiEdgeOf.

Derivado de GeometryProperty

MultiPoint

Um Multiponto é definido por um ou mais pontos, referenciados através de elementos do tipo ponto.

Derivado de GeometryCollection

Atributos:

pointMember : Point

Referencia uma instância de point.

MultiPointProperty

Encapsula um elemento do tipo Multiponto para representar as seguintes propriedades geométricas descontínuas: MultiLocation, MultiPosition, MultiCenterOf.

Derivado de GeometryProperty

MultiPolygon

Um MultiPolígono é definido por um ou mais polígonos, referenciados através de elementos do tipo polígono.

Derivado de GeometryCollection

Atributos:

polygonMember :

Representa uma instância de polígono.

MultiPolygonProperty

Encapsula um elemento MultiPolígono para representar as seguintes propriedades geométricas descontínuas: MultiCoverage e MultiExtentOf.

Derivado de GeometryProperty

Navigator

Usuário móvel interessado em SBLs para navegação remota. O SBL neste caso funciona como um guia associado a mapas dinâmicos.

Derivado de MobileUser

NetworkBased

O cálculo da posição é realizado pela rede de transmissão.

Derivado de LocationTechnology

OutputFormat

Especifica o Formato de Saída da resposta a uma operação.

Point

Cada elemento Ponto encerra ou um simples elemento <coord> ou um elemento <coordinates> contendo uma única tupla coordenadas.

Derivado de AbstractGeometry

Atributos:

coordinates :

Texto contendo as tuplas de coordenadas necessárias para se estabelecer a posição do objeto.

PointProperty

Encapsula um ponto simples para representar posição, localização, ou propriedades centróides de elementos.

Derivado de GeometryProperty

Point_Info

Quando a informação georreferencial é sobre um elemento pontual do terreno.

Derivado de Georeferential_Information

Polygon

Um polígono é uma superfície conectada. Qualquer par de pontos em um polígono pode ser conectado a outro par de pontos por um caminho. Os limites internos e externos de um polígono é um conjunto de <AnelLinear>. É distinguido o limite exterior e o limite interior; Os elementos <AnelLinear> do limite interior não pode cruzar nenhum outro e não pode estar contido dentro de nenhum outro. Deverá existir no máximo um limite exterior e zero ou mais elementos limite interior. A ordem dos <AnelLinear> e se eles formam um caminho no sentido horário ou anti-horário não é importante.

Derivado de AbstractGeometry

PolygonProperty

Encapsula um polígono simples para representar coberturas ou extensões.

Derivado de GeometryProperty

Polygon_info

Quando a informação georreferencial é sobre um elemento poligonal do terreno (e.g. divisões administrativas, países, estados, lagos, etc.). Todas as suas subclasses serão identificadas pelo atributo nome.

Derivado de Georeferential_Information

Atributos:

name :

Nome do elemento do tipo polígono que será representado.

Position

Uma localização geográfica específica.

Derivado de Point

PrivateNetwork

A Rede Privada é uma opção viável para empresas que gerenciam grandes equipes de trabalho em campo. Neste caso, a própria empresa é a operadora do serviço de telecomunicação.

Derivado de CommunicationType

Projection

Segundo Peter Dana (web), Projeções de Mapa são tentativas de retratar a superfície da terra ou uma porção dela em uma superfície plana. Algumas distorções de conformidade, distância, direção, escala e área sempre resultam deste processo. Algumas projeções minimizam distorções em algumas destas propriedades às custas de maximizar o erro em outras, enquanto que algumas tentam moderadamente distorcer todas elas.

Radio

Tecnologia de comunicação comumente utilizada para transmissões de voz. Geralmente a taxa de acesso não é muito boa.

Derivado de CommunicationType

ReferenciaURI

Endereço sobre o qual pode se submeter a Requisição.

Atributos:

URI :

Request

É um parâmetro usado (ou um dos tipos de requisição) aceito pelo WMS. Este parâmetro quando presente em uma das requisições indica qual das operações será invocada. O valor do NomeOperacao deve obrigatoriamente ser o nome de uma das operações oferecidas pela instância do Serviço.

Atributos:

operationName :

River

Armazenará o nome do rio.

Derivado de Line_Info

Road

Armazenará o nome da rodovia.

Derivado de Line_Info

Satellite

Classe cujas instâncias serão um dos satélites presentes na constelação de satélites do sistema GPS, Glonass, etc.

Derivado de CommunicationType

Atributos:

Id :

O número que identifica aquele determinado satélite.

Position : Efemeride

Um log de posições dos satélites no espaço que permite prever a sua órbita e posicionamento em um determinado instante..

Sector

Cada uma das áreas resultantes da divisão da célula de uma antena (ERB) em setores.

SellerEspParameters

Um WMS pode aceitar zero ou mais parâmetros que sejam específicos do vendedor.

ServiceType

Classificação dos serviços oferecidos / desejados em um ambiente SBL.

Atributos:

name :

Nome do Serviço.

Signal

O Sinal proveniente de algum aparelho. Equivale às ondas eletromagnéticas em uma frequência específica.

SpatialObject

Elemento que representará as feições de um mapa. Cada PIj é responsável por fornecer as informações sobre os OEs sob seu domínio.

Derivado de AbstractFeature

Atributos:

ID :

Identificador do Objeto Espacial

WebAddress :

URL de um ponto de acesso às informações do objeto espacial.

Description :

Um descrição sumária sobre o conteúdo

Operações:

Create () :

Cria uma nova instância de Objeto Espacial.

SpatialReferenceSystem

Define um Sistema de Referência de coordenadas que é um espaço de coordenadas contendo um certo número de dimensões . Cada Layer estará disponível em um ou mais SRE.

SRE é uma Classe cujas instâncias definirão os Sistemas de Referência de Coordenadas e os dados necessários para a transformação de coordenadas. A posição de um ponto pode ser descrita usando coordenadas e apenas quando o SRE é completamente definido é que a posição não está sujeita a ambiguidades. A mesma posição usualmente tem diferentes coordenadas em diferentes SRE.

Atributos:

name :

Nome do Sistema de Referência Espacial.

identification :

Uma identificação que permite uma busca pelo seu identificador. Esta identificação é baseada nos padrões do OpenGIS.

unity :

Unidade de medida utilizada pela projeção (e.g. graus, graus decimais, metros, milhas, etc.).

falseEast :

O valor atribuído ao ponto no eixo X onde começa-se a contar as coordenadas.

falseNorth :

O valor atribuído ao ponto no eixo Y onde começa-se a contar as coordenadas.

firstMeridian :

O primeiro meridiano a ser considerado no sistema de referência espacial.

Street

Armazenará o nome da Rua.

Derivado de Line_Info

Style

Estilo empregado no desenho do Layer.

Atributos:

name :

Nome do Estilo

title :

O título do Estilo

Subject

É uma descrição narrativa do WMS.

Summary

É uma descrição narrativa sobre o elemento.

TDMA

Time Division Multiple Access. Trata-se de um padrão digital de telefonia celular que permite a vários usuários compartilharem o mesmo canal - um de cada vez. Cada canal TDMA pode ser usado por três assinantes.

Derivado de CommunicationType

TDoA

Sigla para Time Difference of Arrival. Calcula a posição de um usuário através da medida do tempo que o sinal leva para chegar do usuário a diversas antenas, depois obtém-se a diferença entre os tempos para calcular a distância.

Derivado de NetworkBased

Target

Destino estabelecido pelo usuário. Esta classe tem uma herança por restrição com a informação georreferenciável (IG), pois o destino informada terá que se enquadrar em uma e somente uma das subclasses de IG

Derivado de Georeferential_Information

Tax

Taxa cobrada para acessar os serviços de mapa presentes neste servidor.

Time_of_Arrival

Quantifica o tempo gasto pelo sinal para viajar do aparelho até a antena/satélite.

Tourist

Usuário interessado em informações turísticas.

Derivado de MobileUser

TransportVehicle

Dispositivo móvel presente em um Veículo de transporte contendo operações específicas para o domínio do problema logístico de transportes.

Derivado de MobileUser

UnidadeInformacaoCliente

Associação de classe que armazena quais informações vão para quais clientes.

Victim

Acidentado ou pessoa em uma situação de emergência que realiza um pedido de socorro.

Derivado de MobileUser

Web Map Service - WMS

Um Web Map Service produz mapas a partir de dados georeferenciados. Esta classe foi proposta como parte do modelo como uma solução de modelagem encontrada para representar graficamente em uma estrutura de classes o que o Open GIS ainda não tinha realizado. Foi construída buscando-se a aderência

total ao padrão: Especificação de Implementação Web Map Service do OpenGIS.

Atributos:

name :

O nome é uma palavra simples usada para comunicação máquina-a-máquina.

title :

O título em oposição ao nome é utilizado para beneficiar os humanos. O título do serviço está sujeita ao bom senso do provedor, e deve ser breve e ainda descritivo o suficiente para identificar este servidor em um menu com outros servidores.

resource_Address :

É o mapeamento do elemento OnlineResource do OpenGIS pode ser usado, por exemplo, para apontar para o web site do provedor do serviço de mapas.

SLD_Support :

Se suporta Styled Layer Description (SLD). Descrição de Layer estilizado é outro padrão do OpenGIS.

WMTVer :

O parâmetro WMTVer representa o número de versão do protocolo.

service :

Este parâmetro indica qual dos tipos de serviço disponíveis está sendo requisitado.

updateSeq :

Serve para manter consistência de cache. Seu valor pode ser um inteiro um valor de Data/hora ou qualquer outro número. É através deste número que o WMS informa aos seus clientes se há atualizações ou modificações em sua estrutura de serviços.

userLayer :

Se é ou não permitido ao usuário inserir layer(s) local(is).

userStyle :

Se permite ou não que o usuário modifique o estilo do Layer conforme os seus desejos e necessidades.

remoteWFS :

Se suporta ou não a conexão a um WFS remoto.

Operações (uma descrição detalhada de cada um dos argumentos pode ser encontrada em [60]) :

getMap (VERSION=version - argumento Requerido. Descrição: versão do tipo de Request.; REQUEST=GetMap - argumento Requerido. Descrição: Nome do Request.; LAYERS=layer_list - argumento Requerido. Descrição: lista separada por vírgulas de um ou mais layers de mapa. É opcional se o parâmetro SLD estiver presente.; STYLES=style_list - argumento Requerido. Descrição: lista separada por vírgulas de um estilo de renderização por layer requisitado. É opcional se o parâmetro SLD estiver presente.; SRS=namespace:identifier - argumento Requerido. Descrição: Spatial Reference System.; BBOX=minx,miny,maxx,maxy - argumento Requerido. Descrição: cantos de um Retângulo envolvente. (inferior esquerdo, superior direito) em unidades do SRS. ; WIDTH=output_width - argumento Requerido. Descrição: Comprimento em pixels da imagem de mapa.; HEIGHT=output_height - argumento Requerido. Descrição: Altura em pixels da imagem de mapa.; FORMAT=output_format - argumento Requerido. Descrição: Formato de saída da mapa.; TRANSPARENT=TRUE|FALSE - argumento Opcional. Descrição: transparência do fundo do mapa (default=FALSE).; BGCOLOR=color_value - argumento Opcional. Descrição: valor Hexadecimal de cor vermelho - verde - azul para cor de fundo (default=0xFFFFFF).; EXCEPTIONS=exception_format - argumento Opcional. Descrição: O formato no qual as exceções serão reportadas pelo WMS (default=SE_XML).; TIME=time - argumento Opcional. Descrição: Valor de data/hora do layer desejado.; ELEVATION=elevation - argumento Opcional. Descrição: Elevação do layer desejado.; Other sample dimension(s) - argumento Opcional. Descrição: Valor de outras dimensões como apropriado. ; Vendor - specific parameters - argumento Opcional. Descrição: Parâmetros experimentais opcionais. ; SLD=styled_layer_descriptor_URL - argumento Opcional. Descrição: URL of Styled Layer Descriptor (as definido na especificação SLD).; WFS=web_feature_service_URL - argumento Opcional. Descrição: URL do Web Feature Service providenciando as feições para serem simbolizadas) : MIME type

Retorna uma imagem de mapa da qual os parâmetros geo-espaciais e dimensionais são bem definidos.

getFeatureInfo (VERSION=version- argumento Requerido. Descrição: versão do Request, REQUEST=GetFeatureInfo- argumento Requerido. Descrição: nome do Request. <MAP_REQUEST_COPY>- argumento Requerido. Descrição: Cópia parcial dos parâmetros da requisição que gerou o mapa para o qual a informação é desejada, QUERY_LAYERS=layer_list- argumento Requerido. Descrição: lista de um ou mais layers a serem consultados separados por vírgula, INFO_FORMAT=output_format- argumento Opcional. Descrição: Retorna o formato da informação sobre a feição (MIME type), FEATURE_COUNT=number- argumento Opcional. Descrição: Número de feições sobre as quais serão retornadas informações. (default=1), X=pixel_column- argumento Requerido. Descrição: coordenada X da feição em pixels (medidas a partir do canto superior esquerdo = 0)

e Y=pixel_row- argumento Requerido. Descrição: coordenada Y da feição em pixels (medidas a partir do canto superior esquerdo = 0), EXCEPTIONS=exception_format- argumento Opcional. Descrição: O formato em que as exeções serão geradas, pelo WMS (default=application/vnd.ogc.se_xml), Vendor-specific parameters- argumento Opcional. Descrição: Parâmetros experimentais opcionais) : retorna informações no formato especificado por INFO_FORMAT.

Esta operação é descrita pelo OpenGIS como sendo opcional. Ela retorna informações sobre feições particulares em um mapa.

getCapabilities (VERSION=version- argumento Opcional. Descrição: versão do Request, SERVICE=WMS- argumento Requerido. Descrição: Tipo de Serviço, REQUEST=GetCapabilities- argumento Requerido. Descrição: nome do Request, UPDATESEQUENCE=string- argumento Opcional. Descrição: Numero sequencial ou texto utilizado para controle de cache de catálogo) : NomeServidor, títuloServidor, MetadadosGerais, Metadados_de_suas_Capacidades, {Layer.Name, Layer.Title, Abstract, KeywordList, Style, SRS, LatLonBoundingBox, BoundingBox, Dimension Extent, Attribution, AuthorityURL, Identifier, MetadataURL, DataURL, FeatureListURL, ScaleHint} Retorna metadados sobre o nível de serviço, o qual é uma descrição do conteúdo dos serviços de informação e parâmetros de requisição aceitáveis.

bySatellite

Derivado de CommunicationType

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.