

LOCATION-BASED SERVICES

A Crescente Importância da Localização

por

Nuno Sérgio Infante de Passos Sousa

Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do grau de

Mestre em Estatística e Gestão de Informação

pelo

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação

da

Universidade Nova de Lisboa

LOCATION-BASED SERVICES

A Crescente Importância da Localização

Dissertação de Mestrado sob a orientação do
Professor Doutor Marco Octávio Painho

Novembro de 2007

LOCATION-BASED SERVICES

A Crescente Importância da Localização

RESUMO

Os Location-Based Services (LBS) são um tema de grande actualidade directamente relacionado com o desenvolvimento das telecomunicações nos últimos anos. Contudo, o mercado dos LBS ainda não se materializou de facto, muito devido à implementação mais lenta do que o esperado da norma Enhanced 911 (E911) nos Estados Unidos, a questões de privacidade e ao facto de as operadoras móveis se focarem na implementação de serviços móveis de dados com provas dadas nos Estados Unidos, Europa e Ásia.

Exemplos de aplicações LBS são, entre outros, o seguimento de bens e pessoas, definição de percursos, gestão de trânsito, serviços de segurança e alguns tipos de jogos.

No presente trabalho apresenta-se um estudo sobre o que são os LBS, como surgiram, tecnologias envolvidas, exemplos de aplicações LBS e a análise de casos práticos.

LOCATION-BASED SERVICES

Locations Growing Advantage

ABSTRACT

Location-Based Services (LBS) are a theme of great actuality directly related to the telecommunications development in recent years. However, the LBS market has yet to materialize in a big way, hampered by slower-than-expected implementation of the Enhanced 911 (E911) mandate in the United States, consumer privacy concerns, and carriers focused on the deployment of mobile data services that had already been proven in the US, Europe and Asia.

Some examples of LBS applications include people and asset tracking, way-finding, traffic management, safety-related services, and mixed-reality games, to name but a few.

In this work is presented a study on the LBS concept, history, involved technologies, LBS applications examples and analysis of case studies.

PALAVRAS-CHAVE

Serviços Baseados na Localização

Sistemas de Informação Geográfica

Global Positioning System

Aplicações LBS

Sistemas de Resposta à Emergência

Sistemas Inteligentes de Transportes

KEYWORDS

Location Based Services

Geographic Information Systems

Global Positioning System

LBS Applications

Emergency Response Systems

Intelligent Transportation Systems

NOTAÇÃO UTILIZADA

AFP – ARMAS Fixed Parts

A-GPS – *Assisted GPS*

AOA – *Angle of Arrival*

API – *Application Programming Interface*

ARMAS – Active Road Management Assisted by Satellite

ARPU – Receita média por cliente (*Average Revenue per User*)

ASP – *Application Service Providers*

ATIS – Sistemas avançados de informação para condutores

ATMS – Sistemas avançados de gestão de tráfego

AVL – Sistemas automáticos de localização de veículos

BTS – Estação de transmissão de base (*Base Transmission Station*)

CN – Rede celular (*Cellular Network*)

DSRC – *Dedicated Short Range Communications*

E112 – Enhanced 112

E911 – Enhanced 911

EES – Sistema de Estimativa Prévia

EGNOS - *European Geostationary Navigation Overlay Service*

ENA – Assistente de Navegação Electrónico

E-OTD – *Enhanced Observed Time Difference*

ERS – Sistema de Resposta à Emergência (*Emergency Response System*)

ESA – Agência Espacial Europeia (*European Space Agency*)

ESD – Directoria Electrónica de Estradas

EVL – Localizador Electrónico de Veículos

FCC – *Federal Communications Commission*

FMS – Sistema de Gestão de Frota (*Fleet Management System*)

GDF – *Geographic Data File*

GLONASS – Sistema global de navegação por satélite Russo (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*)

GNSS – Sistema Global de Navegação por Satélite (*Global Navigation Satellite System*)

GPRS - *General Packet Radio Service*

GPS – Sistema Global de Posicionamento (*Global Positioning System*)

GSM – Sistema Global para Comunicações Móveis (*Global System for Mobile Communications*)

ICS – Sistema localizado no automóvel (*In-Car System*)

INEM – Instituto Nacional de Emergência Médica

IRNSS – Sistema de navegação por satélite indiano (*Indian Regional Navigational Satellite System*)

ITS – Sistemas de Transportes Inteligentes (*Intelligent Transportation Systems*)

LBC – Computação Baseada na Localização (*Location-Based Computing*)

LBS – Serviços Baseados na Localização (*Location-Based Services*)

MMS – Serviço de mensagens multimédia (*Multimedia Messaging Service*)

MoVIC - Sistema de Monitorização de Vibração Induzida por Construção (*Monitoring System for Vibration Induced by Construction*)

NAVSTAR – *Navigation Satellite with Time and Ranging*

PDA – Assistente Pessoal Digital (*Personal Digital Assistant*)

PSAP – *Public Safety Answering Point*

QoS – Qualidade de serviço (*Quality of Service*)

RAIM – *Receiver Autonomous Integrity Monitoring*

RNP – *Required Navigation Performance*

SENA – Assistente de Servidor ENA

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SiSNeT – *Signal in Space through the Internet*

SMS – Serviço de mensagens curtas (*Short Message Service*)

SOS – Sinal internacional de socorro

TA – *Timing Advance*

TDMA - *Time Division Multiple Access*

TI – Tecnologias de Informação

TOA – *Time of Arrival*

UMTS – *Universal Mobile Telecommunications System*

WCDMA – *Wideband Code Division Multiple Access*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Marco Painho, que aceitou orientar esta dissertação, pelos seus sábios conselhos.

Ao Engenheiro Sérgio Barbedo da Skysoft Portugal, pela sua disponibilidade e apoio prestado.

Ao Eduardo Gomes e ao Nuno Daniel pela sua camaradagem.

A todos os que de algum modo me apoiaram durante o Mestrado.

Aos meus Pais.

À minha mulher Paula e à minha filha Inês pela paciência e apoio incondicional para comigo e com este projecto.

ÍNDICE DE TEXTO

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objectivos	3
1.3. Metodologia	3
1.4. Organização	4
2. Location-Based Services	5
2.1. O que são os LBS	5
2.2. As três gerações de LBS	8
2.2.1. Primeira geração de LBS	8
2.2.2. Segunda geração de LBS	9
2.2.3. Terceira geração de LBS	9
2.3. Métodos de Posicionamento	12
2.4. Sistemas globais de navegação por satélite	15
2.5. Aplicações LBS	19
2.5.1. Classificação das aplicações LBS	19
2.5.2. Análise de aplicações LBS	24
2.5.3. Alguns exemplos nacionais	26
3. Casos Práticos	29
3.1. Sistemas de Resposta à Emergência	29
3.1.1. Visão Geral	29
3.1.2. ERS de Referência	31
3.1.3. Exemplos de ERS para terremotos e outros desastres	35
3.1.4. Aspectos Futuros dos ERS	38
3.1.5. Conclusão	39
3.2. Um Modelo de Location-Based Services para Controlo do Crime	40
3.2.1. O desenho do sistema de controlo do crime	41
3.2.2. O modelo do sistema	42
3.2.3. A problemática da privacidade	43
3.2.4. O desenvolvimento do sistema	44
3.2.5. Conclusão	44
3.3. Projecto ARMAS	45
3.3.1. Descrição Geral do Projecto	45

3.3.2.	Fases do Projecto.....	46
3.3.3.	Necessidade para a implementação do sistema	48
3.3.4.	Arquitectura do sistema	51
3.3.5.	Sistema de posicionamento	52
3.3.6.	Testes.....	53
3.3.7.	Avaliação Geral	58
3.3.8.	O Futuro	59
3.3.9.	Conclusão.....	61
4.	Análise	63
5.	Conclusões.....	73
6.	Referências Bibliográficas	78

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Serviços de localização (consumidores, empresas e entidades públicas)	7
Tabela 2: As três gerações de LBS – Resumo.....	11
Tabela 3: Comparação entre os diferentes métodos de Localização	14
Tabela 4: Comparação dos casos práticos apresentados	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: QoS dos LBS	12
Figura 2: Método de localização x Precisão e Locais de uso	15
Figura 3: Constelação de satélites GPS.....	16
Figura 4: Transmissão e cálculo de posição	18
Figura 5: Aplicações Mais Prováveis de ter Sucesso em LBS	26
Figura 6: Modelo de Gestão de Frotas.....	28
Figura 7: Estrutura de um ERS para terremotos e outros desastres naturais.....	31
Figura 8: Estrutura do sistema Anshin	37
Figura 9: (a) Diagrama para comunicação de crimes (<i>Crime Reporting</i>); (b) Diagrama para recolha de informação (<i>Crime Information Retrieving</i>).....	42
Figura 10: Modelo de Location-Based Services para Controlo de Crime	43
Figura 11: Componentes e fluxo de informação.....	44
Figura 12: ICS do ARMAS	46
Figura 13: Comunicações celulares no ARMAS.....	51
Figura 14: Rota 1 – Cenário Urbano	54
Figura 15: Rota 2 – Cenários Semi-Urbano e Rural.....	54
Figura 16: Respostas à emergência	64
Figura 17: Dispositivos de vigilância electrónica	68
Figura 18: ARMAS – Cobrança electrónica de portagens e Fornecimento de avisos..	69
Figura 19: Transportes rodoviários	69
Figura 20: Acidente de trânsito	70
Figura 21: Aplicações dos ITS	71

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Numa era em que a competição na área das telecomunicações se torna cada vez mais significativa, os operadores de redes móveis procuram novas formas de inovar, criar diferenciação e aumentar rendimentos.

Uma das melhores formas de o conseguir é através da disponibilização de serviços altamente personalizados. Um dos métodos mais conseguidos de personalizar serviços móveis é baseado na localização.

A informação geográfica é um aspecto importante em qualquer sistema de localização. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) fornecem ferramentas para disponibilização e administração de informação de base para mapas, tais como estruturas feitas pelo Homem (ruas, edifícios) e terrenos (montanhas, rios).

Os SIG são também utilizados para gerir informação sobre pontos de interesse tais como a localização de postos de abastecimento de gasolina, restaurantes, discotecas, cinemas, entre outros. Note-se que os SIG também incluem informação sobre as características da frequência rádio da rede móvel. Tal permite ao sistema determinar a célula que serve o utilizador.

No entanto não é suficiente saber posicionar o utilizador móvel e saber a informação mapeada em torno dessa mesma posição. É necessário ter uma função de gestão de localização que processe o posicionamento e a informação SIG em prol das aplicações de Location-Based Services (LBS). A função de gestão de localização irá actuar como um *gateway* e mediador entre o equipamento de posicionamento e a infra-estrutura LBS.

Estamos cada vez mais familiarizados com a Internet sem fios, mas nem sempre nos apercebemos do potencial e valor que é tornar os serviços de informação altamente

personalizados. Uma das melhores formas de personalizar serviços de informação é o de os tornar baseados na localização.

Um exemplo conhecido é o de uma pessoa que utiliza o seu telefone com acesso à Internet para a pesquisa de um restaurante. A aplicação LBS interage com outra tecnologia de localização de modo a determinar a localização do utilizador e assim disponibilizar uma lista de restaurantes nas proximidades desse utilizador móvel.

Os LBS permitem também uma facturação “preferencial” que se baseia na localização, ou seja, o utilizador pode estabelecer zonas pessoais (casa, trabalho) e através de acordos com a operadora móvel ter custos diferenciados de acordo com a zona em que se encontra.

Outro exemplo de uma das aplicações que surge nesta área está relacionada com a localização de uma chamada móvel para o número de emergência 112 em que o serviço do Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM) saberia com boa precisão a localização da origem da chamada, tal será possível através da respectiva operadora móvel que terá de implementar um sistema de localização com um erro bastante pequeno.

A localização torna-se um bem estratégico para as operadoras e para os utilizadores, de tal modo que o potencial da localização trará serviços de valor acrescentado para o utilizador e respectiva operadora.

1.2. Objectivos

O principal objectivo da presente dissertação é o de apresentar um estudo sobre o que são os LBS, como surgiram e qual tem sido a sua evolução ao longo do tempo. Tem como objectivos gerais:

- Dar a conhecer algumas aplicações LBS e suas potencialidades;
- Mostrar que existem ganhos importantes a nível de negócio que devem ser compreendidos de modo a trazer valor acrescentado à sociedade e empresas;
- Sensibilizar para as diferentes tecnologias envolvidas;
- Dar a conhecer casos práticos (nacionais e internacionais) sobre a aplicação de LBS.

1.3. Metodologia

No que respeita à metodologia adoptada temos os seguintes pontos:

- 1 Revisão bibliográfica sobre LBS;
- 2 Revisão bibliográfica sobre aplicações LBS;
- 3 Apresentação de Casos Práticos;
- 4 Análise de Casos Práticos;
- 5 Conclusões sobre a utilização de LBS.

1.4. Organização

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

Em primeiro lugar, apresentam-se as razões da escolha do tema, os objectivos que se pretendem atingir, premissas assumidas e a metodologia seguida. (Capítulo 1)

De seguida, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre Location-Based Services, tecnologias envolvidas e aplicações dos LBS, são também apresentados alguns exemplos nacionais. (Capítulo 2)

No capítulo 3 apresentam-se alguns Casos Práticos em que se pretende dar a conhecer as potencialidades desta tecnologia recorrendo a situações de implementação da mesma.

As análises feitas sobre as aplicações dos LBS encontram-se no capítulo 4. É dada atenção aos sistemas de resposta à emergência, a sistemas de controlo de crime e a um sistema de gestão de estradas por satélite, o qual está a ser desenvolvido por uma empresa nacional.

No quinto e último capítulo apresentam-se as conclusões obtidas do trabalho desenvolvido e alguns tópicos para trabalho futuro.

Sempre que possível utilizam-se expressões em Português, excepto nos casos em que a tradução de certos vocábulos da língua Inglesa se torne imperceptível ou nos casos que as expressões inglesas se tenham vulgarizado na língua Portuguesa.

2. Location-Based Services

2.1. O que são os LBS

Podemos definir Location-Based Services (LBS) como “serviços que integram a localização, ou posição, de um dispositivo móvel com outra informação de modo a trazer valor acrescentado ao utilizador” [Schille e Voisard, 2004] ou como “serviços de dados e informação orientados geograficamente para utilizadores das redes de telecomunicações móveis” [Karimi et al. 2004].

A Internet e a tecnologia wireless constituem a base dos serviços de localização para utilizadores móveis, juntamente com outra tecnologia chave – os sistemas de informação geográfica. Os SIG encontram-se actualmente bem integrados com a Web e os sistemas empresariais, e os LBS utilizam esta tecnologia para a disponibilização de serviços de valor acrescentado. Podemos assim considerar que os serviços de localização resultam da integração de tecnologias SIG, Internet e Wireless, ou seja

$$\mathbf{LBS = f (SIG + Internet + Wireless)} \quad \text{[Niedzwiadeck, 2002]}$$

Os LBS são, assim, a convergência de várias tecnologias actuais, como comunicação móvel, tecnologias de localização, dispositivos móveis com Internet, sistemas de informação geográfica e servidores de aplicações com bases de dados espaciais. Em resumo podem ser quaisquer serviços com valor agregado onde a principal função está em obter informações que determinem a localização de dispositivos móveis e, com base nestas, oferecer serviços de acordo com o contexto de utilização e localização.

O potencial dos LBS foi inicialmente revelado quando a Federal Communications Commission (FCC) dos Estados Unidos estabeleceu a norma Enhanced 911 em 1997, que requeria que as operadoras móveis trabalhassem com os *Public Safety Answering Points* (PSAP) para permitir a identificação da localização das chamadas efectuadas para o número de emergência 911. A norma E911 foi implementada em duas fases, com a Fase 1 a requerer que as operadoras móveis, após pedido válido de um PSAP, reportassem o número de telefone que efectuou a chamada e a localização da antena que a recebeu e com a Fase 2 a requerer às operadoras uma informação bem mais precisa da localização, com uma exactidão de 50 a 300 metros na maioria dos casos.

Esta legislação, que se traduziu no ponto de partida para o actual conceito de LBS, obrigou as operadoras a investir em infra-estruturas que permitissem efectuar este tipo de localização [Costa e Bação, 2003].

As redes de telecomunicações móveis têm tido um desenvolvimento excepcional desde o final de 1990. Este desenvolvimento transformou os serviços, passando do foco na transmissão de voz para várias aplicações de transmissão de informação multimédia. Com o desenvolvimento das tecnologias de localização e o com o número cada vez maior de utilizadores de dispositivos móveis, os serviços que fornecem informação relacionada com a localização poderão tornar-se importantes aplicações destas tecnologias, criando valor personalizado à experiência móvel do utilizador final.

Os LBS constituem, assim, uma área aplicativa com muitos grupos de pesquisa activos, inúmeros produtos e aplicações interessantes.

A seguinte tabela de serviços de localização ilustra a forma como empresas, governos/entidades públicas e consumidores beneficiam actualmente da disponibilização, a pedido, de informação de localização em dispositivos móveis com acesso à Internet.

Tipos de Informação de Localização	Serviços de Localização		
	Consumidor	Empresa	Entidade Pública
Posicionamento	<ul style="list-style-type: none"> •Onde estou? (mapa, endereço, local) •Onde fica/onde está? (pessoa, empresa, local,...) 	<ul style="list-style-type: none"> •Contactar funcionários de serviço mais próximos. •Onde está a empresa localizada? 	<ul style="list-style-type: none"> •Onde está?
Eventos	<ul style="list-style-type: none"> •Carro avariado, necessidade de ajuda. •Alerta médico! 	<ul style="list-style-type: none"> •Anúncios locais de formação. •Alerta de trânsito! 	<ul style="list-style-type: none"> •Anúncios públicos locais. •Alerta de acidente
Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Procura de casa em zona de baixa densidade populacional. • Local para férias perto de grande concentração de... 	<ul style="list-style-type: none"> •Tendência mais elevada de crescimento? •Padrões de vendas? 	<ul style="list-style-type: none"> •Padrões de crescimento? •Espaços verdes <i>per capita</i>?
Bens	<ul style="list-style-type: none"> •Onde está o meu carro? 	<ul style="list-style-type: none"> •Onde estão os meus reboques? •Estado dos meus investimentos? 	<ul style="list-style-type: none"> •Assistência em viagem? •Manutenção de estradas.
Pontos de Serviço	<ul style="list-style-type: none"> •Diz-me quando estou perto do local para onde vou. •Onde são as promoções? 	<ul style="list-style-type: none"> •Onde estão os meus clientes, dado um perfil alvo? •Anúncios dirigidos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Áreas de desenvolvimento económico?
Trajectórias	<ul style="list-style-type: none"> •Como chegar lá? (endereço, local) •Caminho/rota mais rápido/a (dadas condições de trânsito)? 	<ul style="list-style-type: none"> •Melhor rota de distribuição tendo em conta carga, trânsito e condições meteorológicas? •Central de táxis. 	<ul style="list-style-type: none"> •Padrões de trânsito? •Central de emergências.
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> •Localização notável mais próxima •Mostra o (local, negócio,...) mais próximo 	<ul style="list-style-type: none"> •Onde fica o hotel mais próximo? •Mostrar rent-a-car mais próximos do aeroporto. 	<ul style="list-style-type: none"> •Planeamento económico colaborativo. •Comércio local.
Directórios	<ul style="list-style-type: none"> •Procura de(especialista...) mais próximo. •Onde posso comprar? (produto, serviço) 	<ul style="list-style-type: none"> •Melhor fornecedor com disponibilidade para as próximas duas horas? •Serviços de reparação mais próximos? 	<ul style="list-style-type: none"> •Serviços públicos. •<i>Outsourcing</i>?
Transacções	<ul style="list-style-type: none"> •Taxas mais baixas de envio? •Comprar em localização específica. 	<ul style="list-style-type: none"> •Serviços de distribuição mais baixos? 	<ul style="list-style-type: none"> •Receitas de impostos. •Localização de portagens
Locais	<ul style="list-style-type: none"> •Propriedades possíveis para construir a minha casa. •Locais para visitar? 	<ul style="list-style-type: none"> •Locais candidatos a ter uma loja/armazém •Localização óptima para célula/antena? 	<ul style="list-style-type: none"> •Novas escolas? •Estações de monitorização ambiental?

Tabela 1: Serviços de localização (consumidores, empresas e entidades públicas)

2.2. As três gerações de LBS

2.2.1. Primeira geração de LBS

A primeira geração de LBS, também conhecidos por *location blind services* (serviços de localização “cegos”), é aquela em que permite aos utilizadores pedirem informações sobre a sua vizinhança física. Esta geração requer que os utilizadores carreguem a sua localização manualmente (ex., código postal, endereço). Uma vez que os utilizadores são responsáveis por se localizarem a eles mesmos, a primeira geração de LBS está separada da tecnologia que a suporta. Quer isto dizer que os LBS não se baseiam na rede para fornecerem a localização dos utilizadores móveis. Como consequência disto a primeira geração de LBS era tipicamente acedida a partir de um computador fixo em casa.

Como principais exemplos de LBS de primeira geração, temos o *MapQuest*, *CitySearch*, populares nos Estados Unidos da América (EUA) nos anos 90, entre outros serviços de informação local. Uma forma móvel de LBS de primeira geração seria um serviço do tipo que era prestado pela *AvantGo*, que requeria que o utilizador fizesse o *download* da informação baseada na localização antes de chegar a essa localização específica. Quando acedida a partir de um dispositivo móvel, o utilizador segue os mesmos passos que quando acedido de um computador fixo, embora com mais dificuldade devido às limitações de recepção do dispositivo móvel do utilizador.

2.2.2. Segunda geração de LBS

A segunda geração de LBS, também referida como *location-aware* (conhecedora da localização), é a geração de serviços com capacidade de extracção de alguma informação de localização a partir da rede de suporte sem interferência do utilizador. Por exemplo, o código postal ou informação acerca da localização da célula está disponível para quem faça desenvolvimento sobre sistemas operativos de dispositivos móveis. Os LBS de segunda geração não são acessíveis a partir de um computador fixo devido ao facto de a capacidade de localização automática não se encontrar disponível para os computadores pessoais.

A inicialização de serviços pelo utilizador é uma característica desta segunda geração de LBS que opera em *pull-mode*, ou seja o utilizador terá de efectuar um pedido de informação ao sistema e seguidamente ser-lhe-á entregue essa informação. Todos os serviços disponibilizados actualmente, tais como os serviços disponibilizados pela *Vindigo* (uma das empresas líderes do mercado multimédia para dispositivos móveis), são de segunda geração, tipicamente disponibilizando ao dispositivo móvel conteúdos cujos objectos são estáticos (por exemplo, qual o cinema que se encontra mais próximo do dispositivo móvel).

2.2.3. Terceira geração de LBS

A terceira geração de LBS, também chamada de serviços de localização precisa, tem a capacidade de automaticamente fornecer, ou iniciar de um modo proactivo, serviços relativos à localização precisa do dispositivo móvel sem que o utilizador tenha que efectuar um pedido ou entrada no sistema. Tal serviço auto-iniciativo opera em modo de alerta. Um despoletar de um alerta é uma condição que está relacionada com a localização geográfica do dispositivo móvel, ou seja, estando o utilizador perto de uma avenida com restaurantes receberá um aviso relacionado com esse “evento”.

Os serviços baseados em modo de alerta podem superar a maioria dos actuais problemas com aplicações móveis que necessitem de intervenção do utilizador para fazer um pedido através do teclado ou ecrã táctil do seu dispositivo móvel (por vezes os utilizadores têm aversão a uma simples interacção com o seu dispositivo móvel).

A configuração de serviços em modo de alerta pode ser efectuada através de um simples *Web browser* e tem a facilidade de disponibilizar ao utilizador informação e serviços relevantes quando e onde o utilizador necessita deles e sem que o mesmo utilizador tenha que efectuar qualquer pedido ao sistema.

Estes serviços estão permanentemente “atentos” a condições que surjam da localização geográfica do dispositivo móvel, activando-se ao cumprimento das mesmas (“modo alerta”).

A integração de perfis de utilizador permite uma disponibilização altamente personalizada de informação e serviços, aumentando substancialmente a relevância dos dados a apresentar.

O seguinte exemplo ilustra a capacidade dos serviços de localização precisa em modo de alerta com recurso a perfis. Considere-se um *website* que disponibilize listas de filmes em exibição. O *website*, dada a localização do utilizador, teria a capacidade de listar os cinemas próximos desse utilizador, bem como as horas das sessões para cada filme.

Um programador poderia facilmente criar uma série de alertas em função de um perfil definido pelo utilizador. Estes alertas utilizariam a informação da base de dados, dados esses fornecidos pelos utilizadores dos serviços. O utilizador de um dispositivo móvel seria alertado apenas quando estivesse próximo de um cinema que tivesse em exibição um filme ou tipo de filme que correspondesse aos dados por ele especificados, num horário também especificado. O utilizador também indicaria a forma pretendida de receber esse alerta, por exemplo via SMS. Assim, ao ser definido um perfil, é protegida a privacidade em termos de localização e horário do utilizador móvel e filtrada apenas a informação relevante para as necessidades desse utilizador em determinadas alturas e localizações geográficas.

O efeito do perfil é que quando o dispositivo móvel do utilizador ficar a uma certa distância de um cinema que tenha em exibição o filme pretendido, receberá uma mensagem, mas apenas se o seu perfil tiver definido essa comunicação como aceitável.

1ª Geração	<ul style="list-style-type: none"> - Interface dependente do utilizador - Acesso a partir de computador fixo
2ª Geração	<ul style="list-style-type: none"> - Extraem informação da localização através da rede - São iniciados pelo utilizador ("modo procura")
3ª Geração	<ul style="list-style-type: none"> - Podem ser iniciados automaticamente - Estão permanentemente "atentos" a condições da localização geográfica do dispositivo móvel, activando-se ao cumprimento das mesmas ("modo alerta"). - Recurso a perfis de utilizador - Disponibilização personalizada de informação e serviços

Tabela 2: As três gerações de LBS – Resumo

2.3. Métodos de Posicionamento

O que na maioria das vezes dita o método de posicionamento a utilizar, é a precisão necessária de cada serviço. Enquanto alguns requerem apenas uma estimativa da proximidade da localização, outros requerem uma solução precisa e actualizada constantemente. As tecnologias de posicionamento podem ser divididas em diferentes níveis de precisão e de rapidez de resposta da localização. A figura seguinte apresenta a relação directa entre o serviço de localização e as exigências na precisão e no tempo de resposta. Os serviços de emergência são os que requerem maior precisão e menor tempo de resposta, por oposição às previsões do tempo [Freitas et al., 2004]:

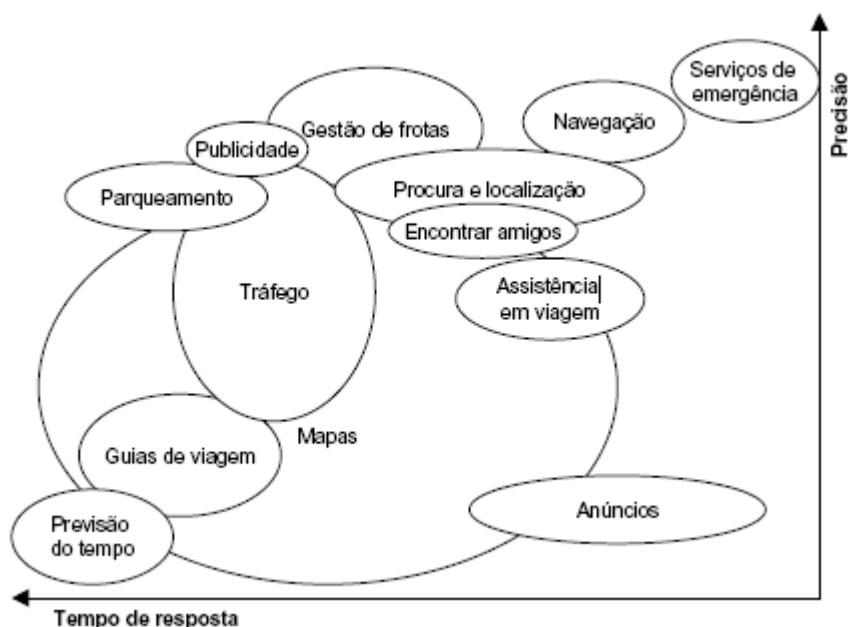


Figura 1: QoS dos LBS

Os métodos de posicionamento para os sistemas móveis, podem ser divididos nos seguintes tipos:

1. Baseados na célula – Cell ID.

A célula à qual o terminal está ligado corresponde à sua localização. Esta informação é inerente a qualquer sistema móvel uma vez que a rede sempre possui a informação da célula em que o terminal móvel está alocado, para

poder fazer o encaminhamento de chamadas. A precisão é baixa e dependente do tamanho da célula. Este método pode ser melhorado por tecnologias como Timing Advance (TA), com base no tempo de latência entre o aparelho móvel e a estação base que ele está a utilizar.

2. Baseados em ligações rádio terrestres.

A localização do terminal é determinada através do método da triangulação, quer com base no tempo de propagação do sinal pela rede móvel quer através do ângulo com que o sinal chega às antenas. Alguns exemplos:

TOA (Time of Arrival) - baseados no cálculo do tempo de propagação do sinal pela rede móvel do dispositivo móvel até às estações de base.

E-OTD (Enhanced Observed Time Difference) - também se baseia no cálculo do tempo de propagação do sinal rádio. Neste método, porém, o terminal móvel calcula o tempo de propagação do sinal transmitido por pelo menos 3 estações de base localizadas em células vizinhas até o próprio terminal, requerendo uma funcionalidade extra nos terminais.

AOA (Angle of Arrival) – Este método usa antenas em estações de base para determinar o ângulo de chegada de um sinal.

3. Baseados em satélites – GPS, A-GPS.

Apesar destes métodos também se basearem no cálculo do tempo de propagação do sinal rádio transmitido, é preferível tratá-los à parte, por envolverem um sistema de satélites, independente da rede móvel da operadora.

	Cell Id	TOA (Time of arrival)		Global Positioning System	
		TDOA	E-OTD	GPS	A-GPS
Precisão média em ambiente urbano *	50 ~ 500m (microcélulas) 500m ~ 5Km (macrocélulas)	250m	75m	55m (urbano) 20m (suburbano) 10m (rural)	55m (urbano) 20m (suburbano) 10m (rural)
Desempenho					
indoor	Razoável	Bom	Bom	Não	Razoável
urbano	Razoável	Bom	Bom	Bom	Bom
suburbano	Razoável	Bom	Bom	Excelente	Excelente
rural	Fraca	Fraco	Fraco	Excelente	Excelente
Necessidade de terminais especiais	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Custo	Menor custo de implementação	Necessidade de pesados investimentos na rede e em servidores	Necessidade de investimentos na rede, servidores e terminais	Necessidade de investimentos em terminais e processamento na rede	Necessidade de investimentos em terminais e processamento na rede
Observações	Precisão dependente do tamanho da célula	Precisão vulnerável à carga de tráfego da rede	Dependente de grande densidade de BTS's	Não tem cobertura indoor e sofre severas limitações com multipercursos e obstáculos (prédios)	Restrições à cobertura <i>indoor</i>

* A precisão varia muito dependendo da densidade das células, ambiente de cobertura e configuração da rede.

Tabela 3: Comparação entre os diferentes métodos de Localização

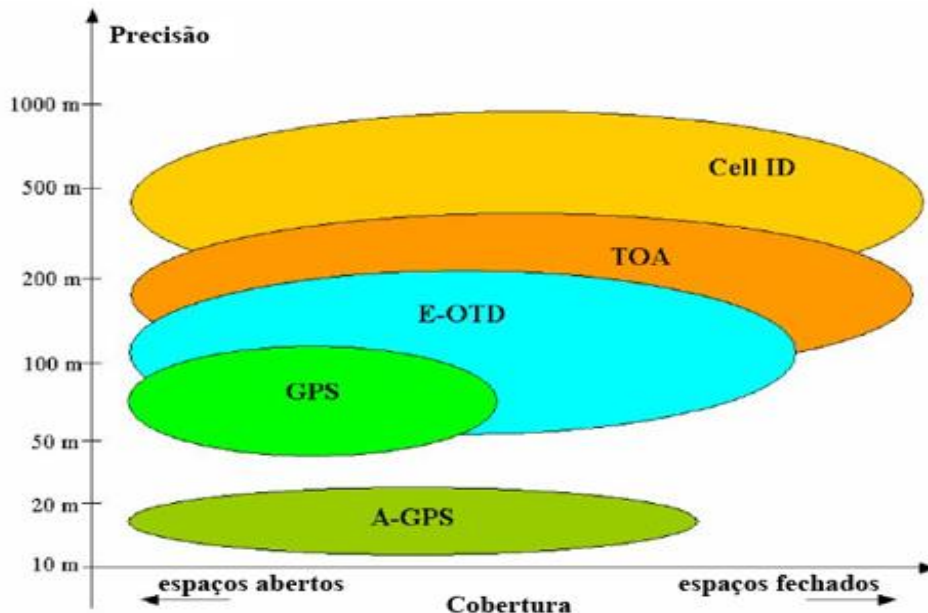


Figura 2: Método de localização x Precisão e Locais de uso

2.4. Sistemas globais de navegação por satélite

A navegação por satélite é uma tecnologia que permite aos utilizadores do mundo inteiro estabelecer com precisão a sua localização em qualquer momento. A gama de aplicações possíveis é vasta e abrange um grande conjunto de domínios, desde o transporte tradicional até às comunicações, levantamentos topográficos, agricultura, pesca, protecção do ambiente, investigação científica, turismo e outros. A navegação por satélite pode melhorar a navegação rodoviária e as condições do tráfego, guiar as pessoas com incapacidades ou localizar mercadorias, animais e contentores. Além disso, pode facilitar as operações de protecção civil em ambientes difíceis, acelerar as operações de salvamento de pessoas em perigo no mar e proporcionar ferramentas para a guarda costeira e para os controlos nas fronteiras.

Os sistemas globais de navegação por satélite (GNSS) estão a tornar-se rapidamente infra-estruturas de importância crítica para a sociedade moderna, que confiará nelas para a realização de funções vitais, como os controlos nas fronteiras, a logística dos

transportes, as operações financeiras e a vigilância de infra-estruturas de energia e comunicações.

Actualmente, o sistema de posicionamento global dos Estados Unidos NAVSTAR (GPS) é o único GNSS inteiramente operacional. O GLONASS russo é um GNSS em processo de restauro. O sistema GALILEO da União Europeia é um GNSS da nova geração na fase inicial de distribuição, programado para ficar operacional em 2012. A China indicou que pode expandir o seu sistema de navegação Beidou, ainda regional, num sistema global. O IRNSS da Índia, também regional, está programado para ficar operacional também em 2012.

2.4.1 GPS

O Sistema de Posicionamento Global, vulgarmente conhecido por GPS (Global Positioning System), é um sistema de posicionamento por satélite utilizado para determinação da posição de um receptor na superfície da Terra ou em órbita. É constituído por uma constelação de satélites.

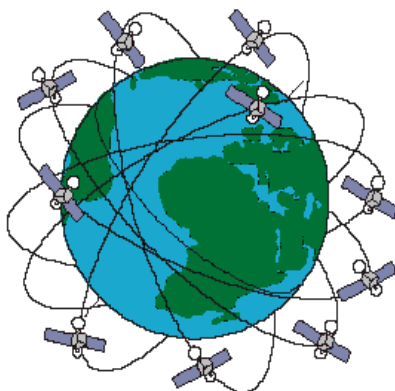


Figura 3: Constelação de satélites GPS

O sistema GPS foi criado e é controlado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD) e pode ser utilizado hoje gratuitamente por qualquer pessoa, necessitando apenas de um receptor que capte o sinal emitido pelos satélites.

O sistema GPS permite alcançar uma precisão de cerca de 10 metros, em condições óptimas, sendo vulgar falar numa precisão média entre 17 e 20 metros.

A infra-estrutura tecnológica associada ao sistema GPS é constituída por três subsistemas:

- 1) Subsistema de satélites – segmento espacial.
- 2) Subsistema de controlo – segmento terrestre.
- 3) Subsistema do utilizador

O **subsistema de satélites** é constituído por 24 satélites (por vezes mais) que completam a órbita da Terra a cada 12 horas, a uma altitude de 500km. As órbitas dos satélites foram escolhidas de modo que de qualquer ponto da Terra se possam ver entre 5 a 8 satélites. No entanto, para calcular com precisão a nossa posição basta apenas receber em boas condições o sinal de apenas quatro destes satélites.

O **subsistema de controlo** é constituído por várias estações terrestres. Nestas estações terrestres são observadas as trajectórias dos vários satélites GPS e é actualizado o tempo com grande precisão. Esta informação é transmitida aos satélites. Com estes dados, o sistema informático em cada um dos satélites recalcula e corrige a sua posição absoluta e corrige a informação que é enviada para a Terra. A estação primária de controlo da constelação GPS está localizada nos Estados Unidos, no estado do Colorado.

O **subsistema do utilizador** é constituído por um receptor de rádio com uma unidade de processamento capaz de decodificar em tempo real a informação enviada por cada satélite e calcular a posição. Cada satélite envia sinais de características diferentes em intervalos de 30 em 30 segundos e de 6 em 6 segundos. Para haver uma determinação precisa da posição são necessários pelo menos de 12 minutos e 30 segundos de boa recepção dos vários tipos de sinais enviados. Na informação enviada pelos satélites estão envolvidas técnicas matemáticas que permitem recuperar a informação perdida na transmissão devido a más condições atmosféricas e ionosféricas. Mesmo assim, nos períodos de grande actividade solar a maior parte da informação enviada pelos satélites perde-se, não sendo fiável a informação processada pelos receptores do sinal GPS.

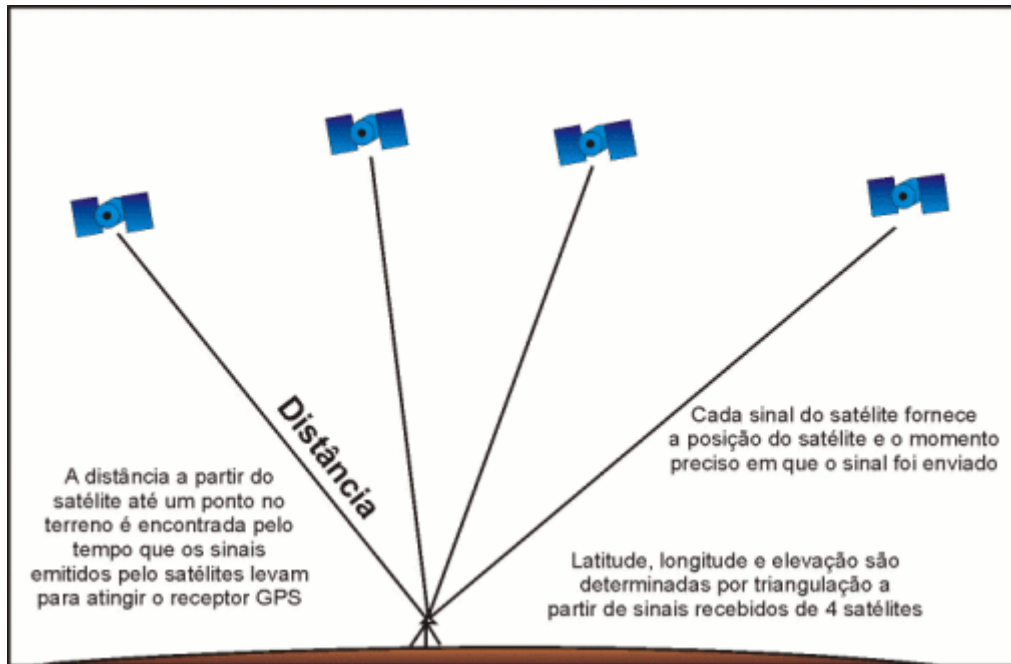


Figura 4: Transmissão e cálculo de posição

O GPS pode ainda funcionar em modo diferencial, sistema DGPS. Neste caso, o sinal de GPS é armazenado em computador e processado posteriormente com dados cruzados pedidos às estações de controlo fixas (segmento terrestre). Com este processo, eliminam-se erros sistemáticos e a precisão do GPS pode chegar a ser da ordem de 1 metro. Isto é particularmente útil em trabalhos de cartografia em que as coordenadas espaciais são fixas no tempo.

2.4.2 A-GPS

Assisted-GPS ou A-GPS é uma tecnologia que utiliza um servidor de “assistência” para reduzir o tempo necessário para determinar a localização usando GPS. Torna-se útil em áreas urbanas ou em interiores. Este método reduz o tempo de pesquisa de minutos para segundos e permite a utilização de sinais mais fracos que o GPS não assistido.

2.5. Aplicações LBS

Em contraste com o ambiente fixo e passivo da Internet, os utilizadores num ambiente móvel exigem acesso personalizado, localizado e oportuno a conteúdos e serviços em tempo-real [Karimi et al. 2004]

Através de novas aplicações, as ofertas móveis podem ser personalizadas de acordo com o estilo de vida do utilizador, gostos, preferências podendo ser sincronizados com outros dispositivos portáteis.

Os serviços de localização são utilizados em três principais áreas – Indústrias militares e governamentais, Serviços de emergência (911 nos Estados Unidos, 112 na Europa) e Sector comercial. A utilização comercial da informação de posicionamento será provavelmente aquela que no futuro terá um maior número aplicações.

2.5.1. Classificação das aplicações LBS

As aplicações LBS podem ser divididas em dois grandes grupos:

- **Aplicações LBS orientadas a pessoas** – todas as aplicações onde o serviço tem por base o utilizador, estando o foco da aplicação no posicionamento de uma pessoa ou na utilização desse posicionamento para otimizar um serviço (exemplo: aplicações do tipo “*friend finder*”)
- **Aplicações LBS orientadas a dispositivos** – são externas ao utilizador, não sendo absolutamente necessário que o foco seja o posicionamento de uma pessoa, podendo ser localizado um objecto (exemplo: automóvel) ou um grupo de pessoas. Neste tipo de aplicações as pessoas ou objectos localizados não estão normalmente em controlo do serviço (exemplo: localização de automóvel roubado).

Para além desta classificação, podemos também distinguir dois tipos de concepção destes serviços [OVUM, 2002]:

- **Serviços “push”** – onde o utilizador usufrui de informação resultante do seu posicionamento sem ter de o pedir de forma activa (exemplo: mensagem publicitária de boas vindas quando o utilizador entra numa nova região).
- **Serviços “pull”** – onde o utilizador utiliza uma aplicação e, no contexto desta, “puxa” informação da rede, informação esta relacionada com o seu posicionamento (exemplo: encontrar o cinema mais próximo).

A informação de localização adiciona uma nova dimensão a serviços de dados existentes, ao aumentar a utilidade de uma aplicação base e o seu valor para os utilizadores. Este valor adicional resulta na disponibilização de serviços *premium*, constituindo um meio para as operadoras recrutarem actuais clientes de serviços de dados para serviços de maior rentabilidade. Segundo a IDC [IDC, 2004] existem três segmentos de aplicações de localização, definidas pela forma como a informação de localização se relaciona com o valor base da aplicação e pela importância da auto-determinação no sucesso do funcionamento da aplicação:

- Aplicações optimizadas pela Localização (*location-enhanced*)
- Aplicações centralizadas na Localização (*location-centric*)
- Aplicações dependentes da Localização (*location-dependent*)

Aplicações optimizadas pela Localização

- **SMS e MMS.** SMS e MMS são mecanismos viáveis de disponibilização de serviços de localização, permitindo aos utilizadores o acesso a informação de serviços de navegação, alertas de tráfego e pontos de interesse. Uma aplicação SMS de localização pode permitir que viajantes localizem restaurantes, hotéis, eventos, empresas ou outro tipo de serviços nas áreas que estão a visitar. O sistema determinaria a posição do utilizador e forneceria a informação pedida através de mensagem de texto ou multimédia.

Existem também potencialidades para a integração de mensagens e informação de localização num contexto empresarial e de colaboração.

- **Portais de voz.** Capacidades de localização podem ser integradas nos actuais portais de voz, eliminando a necessidade de os utilizadores terem de dizer a sua localização quando acedem a informação de directórios de serviços, direcções de viagem e outras informações fornecidas por portais de voz.
- **Entertainment wireless.** Esta categoria inclui jogos *wireless* otimizados com informação de localização, bem como aplicações de tipo “*dating*”, “*chatting*” e “*instant messaging*”, direccionados a crianças, adolescentes e jovens.
- **Comércio móvel.** Aplicações de comércio móvel podem ser ligadas a serviços de directório para permitir que utilizadores façam reservas, adquiram bilhetes, ou efectuem outras compras. Estes utilizadores poderiam definir a recepção de alertas para diversos tipos de promoções baseadas na sua localização. Para além da informação de posicionamento, um perfil de utilizador poderá ser integrado com o serviço para permitir aos utilizadores a recepção apenas de publicidade e alertas relevantes baseados nas suas preferências demográficas e de aquisição.
- **Marketing e publicidade móveis.** Um cenário será um alerta enviado a um utilizador que se encontre num centro comercial, alerta esse sobre uma promoção ou outro tipo de oferta de uma loja desse centro. Esta aplicação requereria uma tecnologia de localização que funcionasse em ambientes fechados. Este poderá ser um meio de marketing poderoso, mas actualmente ainda estamos longe de ter os nossos telemóveis a apitar com uma oferta quando entramos numa determinada loja.
- **Tarifação por zona/promocional.** A tarifação de serviços baseada na localização permite às operadoras estabelecer zonas com diferentes níveis de preços. As operadoras podem atrair clientes ao aplicar diferentes taxas baseadas na zona de casa ou do trabalho do cliente ou estabelecer zonas promocionais para ofertas ou eventos especiais.

Aplicações centralizadas na Localização

- **Navegação.** Estes serviços disponibilizam aos utilizadores informação navegacional baseada na localização do utilizador (origem) e num destino especificado. Combinados com conteúdos de sistemas de informação

geográfica (SIG), estes serviços de navegação podem fornecer informação baseada na distância mais curta ou em percursos mais rápidos e podem incluir quer direcções para automobilistas quer para percursos a pé. A informação poderá ser fornecida passo a passo via SMS ou mostrada geograficamente na forma de mapas (para dispositivos que o suportem) Adicionalmente informação das condições de tráfego em tempo real poderão ser integradas com conteúdo estático de mapas para sugerir percursos alternativos.

- **Trânsito em tempo real.** Este tipo de serviço pode disponibilizar aos utilizadores informação de trânsito via SMS quer a pedido do utilizador quer como um serviço em modo “push” no qual os utilizadores das regiões afectadas receberiam alertas identificando os congestionamentos de trânsito.
- **Serviços “concierge”.** Este tipo de serviços são semelhantes a páginas amarelas ou guias de cidades optimizados, que permitem aos utilizadores procurarem o caixa Multibanco mais próximo, bombas de gasolina, restaurantes, hotéis, cinemas ou outros pontos de interesse na sua vizinhança. A exactidão e cobertura geográfica baseia-se nas capacidades do sistema de determinação da localização.
- **Localização de amigos.** Uma funcionalidade de localização com premissão prévia estará em sinergia com muitas das actividades das comunidades de utilizadores wireless, como aqueles que trocam mensagens de texto e utilizam instant messaging e/ou chat, permitindo que participantes na mesma zona se identifiquem e se encontrem. Adicionalmente, usando-se métodos de adesão (“opt-in”) e de permissão, os utilizadores móveis podem encontrar amigos ou familiares nas redondezas. Os utilizadores podem manter listas de amigos e ver a posição de indivíduos predefinidos, que deram o seu consentimento, relativa à sua própria posição e enviar-lhes mensagens ou telefonar. Em geral, este tipo de serviços tem de permitir que os utilizadores desactivem a função de localização, caso o desejem.

Aplicações dependentes da Localização

- **Localização/tracking de bens e pessoas.** Serviços de localização pessoais permitem aos utilizadores a localização de membros de família (tais como crianças, idosos, pacientes com Alzheimer, pessoas com necessidades pessoais e até animais domésticos) que terão de trazer consigo receptores que lhes permitam ser localizados. Num ponto de vista empresarial, este tipo de aplicação permite a localização de empregados (pessoal de campo, por exemplo) ou de bens (com veículos da frota). Este tipo de aplicação já tem grande adesão em frotas e, com a utilização desta tecnologia num telemóvel, as empresas poderão obter os mesmos benefícios com utilizadores móveis cuja mobilidade possa não estar necessariamente ligada a um veículo.
- **Assistência automóvel.** Utilizadores que efectuem uma chamada para assistência em viagem podem ter a sua localização enviada automaticamente para um *call center* de assistência. Algumas operadoras já oferecem o serviço de assistência automática mas sem a capacidade de localização automática, no entanto com a adição desta funcionalidade aumentará a percepção do valor do serviço como uma ferramenta de segurança.
- **Aplicações de negócio.** Existem também algumas aplicações de negócio para serviços de localização em veículos e telemóveis que, segundo a IDC, poderão ter sucesso na dinamização do mercado e gerar receitas significativas para os LBS quando estes forem suportados por tecnologias de localização precisa. Alguns exemplos:
 - Gestão de força de trabalho móvel (*tracking* de funcionários)
 - Telemetria (contadores, alarmes de segurança e máquinas de venda automática)
 - Empresas de Transportes com informação relevante (meteorologia, estradas, rotas, logística)
 - Seguimento (*tracking*) de bens/frotas (equipamento, viaturas, sacos de dinheiro)
 - Recuperação de bens roubados (automóveis, computadores portáteis, televisores)

2.5.2. Análise de aplicações LBS

Os analistas da IDC analisaram 15 aplicações LBS com base em 13 critérios diferentes, recorrendo a uma escala de 1 a 5. Os critérios, considerados chave para o sucesso dos LBS, foram:

- **Abrangência** (1=tem por alvo apenas uma parte limitada do mercado; 5=é apelativa para todos os segmentos do mercado)
- **Flexibilidade de Preço** (1= nenhuma, muito sensível ao preço, sem espaço para aumentos; 5= muito flexível, os preços podem acomodar facilmente adições de valor)
- **Presença actual no mercado** (1= não disponível actualmente; 5= produto maduro)
- **Conhecimento/percepção dos utilizadores** (1= os utilizadores não têm conhecimento desta aplicação e não têm qualquer percepção do seu valor; 5= utilizadores muito familiares com a utilização e valor)
- **Conhecimento/percepção dos utilizadores da aplicação enquanto aplicação móvel** (1= os utilizadores não têm conhecimento desta aplicação como aplicação móvel e não têm qualquer percepção do seu valor; 5= utilizadores muito familiares com a utilização móvel e valor)
- **Existência de soluções móveis alternativas** (1 = existem outras aplicações que se constituem como fortes alternativas e que podem eliminar o valor desta aplicação móvel; 5 = esta é a única aplicação que pode satisfazer a procura e o seu valor é seguro)
- **Nível de exactidão necessário** (1 = requer uma exactidão inferior a 5 pés; 5 = pode facilmente realizada apenas com identificação de célula)
- **Abrangência com funcionalidade de localização.** A abrangência desta aplicação, com capacidades de localização, estende-se por vários grupos demográficos ou tem um alvo muito específico? (1 = a localização não muda o valor desta aplicação; 5 = com localização, a abrangência estende-se por todos os segmentos de mercado).
- **Chegada ao mercado.** (1 = a aplicação, com capacidades de localização, ainda se encontra longe de chegar ao mercado e não existem outros a trabalhar sobre ela; 5 = a aplicação, com localização, já está no mercado e existe actividade de desenvolvimento em seu redor).

- **Valor com localização.** Qual o valor que a capacidade de localização adiciona à aplicação (1= não existe aparentemente nenhum valor directo adicionado;5=sem localização esta aplicação não tem utilidade)
- **Trabalho LBS actual sobre a aplicação.** Que esforço da indústria está a ser feito para adicionar a funcionalidade de localização a esta aplicação? (1 = nenhum, ninguém está a trabalhar para adicionar LBS a esta aplicação; 5 = a adição de LBS a esta aplicação está a acontecer por toda a indústria)
- **Questões de Segurança/Privacidade.** Qual a dimensão dos problemas de segurança no que respeita ao sucesso no mercado desta aplicação? (1 = segurança e privacidade são um grande problema e inibidoras do sucesso desta aplicação; 5=segurança/privacidade não são problema para esta aplicação)
- **Necessidade de tecnologias adicionais.** Esta aplicação, com ou sem LBS, está dependente do desenvolvimento em paralelo de outras tecnologias? (1 = esta aplicação encontra-se fortemente dependente de um grande número de desenvolvimentos paralelos na indústria; 5 = esta aplicação funciona no ambiente e tecnologia actuais)

Os resultados deste estudo demonstram as aplicações que muito provavelmente serão sucedidas no mercado de massas (quadrante superior direito), aplicações que provavelmente serão muito valiosas para um nicho de Mercado (quadrante superior esquerdo), aplicações que provavelmente apresentam um valor limitado para o mercado de massas (quadrante inferior direito) e aplicações que provavelmente terão procura limitada por um pequeno segmento de mercado (quadrante inferior esquerdo), como mostrado na seguinte figura.

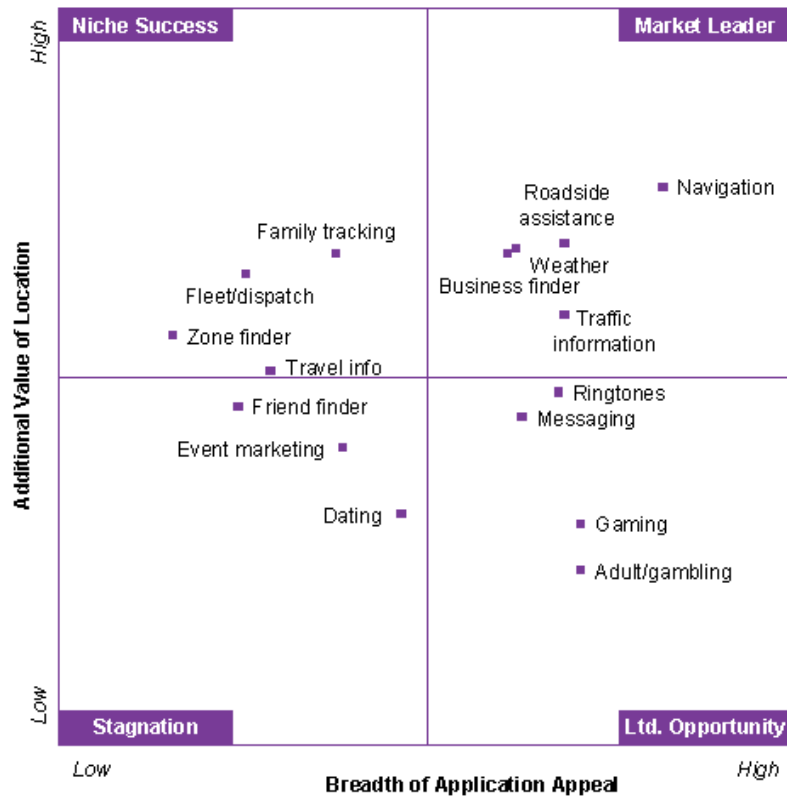


Figura 5: Aplicações Mais Prováveis de ter Sucesso em LBS

2.5.3. Alguns exemplos nacionais

Seguidamente apresentam-se alguns exemplos dos serviços e aplicações que estão em prática a nível nacional, pelos operadores móveis.

TMN

Localizz é um serviço de localização celular que permite visualizar, através de uma página na Internet, a posição de vários recursos móveis de uma empresa – telemóveis, viaturas, máquinas, contentores, entre outros. Algumas das funcionalidades apresentadas:

- i) Identificação do recurso mais próximo de um determinado local ou de outro recurso;
- ii) Pesquisa de itinerários entre dois locais ou recursos móveis;
- iii) Envio de mensagens para os recursos;
- iv) Programação da recepção de alertas quando os recursos entram e saem de determinada área geográfica definida pelo utilizador;

- v) Visualização da trajectória de qualquer recurso móvel durante um determinado período de tempo;
- vi) Acesso a diversos indicadores da utilização do serviço.

FrotaLink é o serviço de localização de veículos que permite acompanhar em tempo real, através da Internet, a localização, velocidade e trajectória dos veículos de uma frota.

Inofrota é um sistema de localização de viaturas que permite efectuar uma gestão da frota e otimizar os recursos da empresa. Baseado na tecnologia GPS, este para além da localização do veículo em tempo real, fornece toda a informação sobre a actividade da frota.

OPTIMUS

Geo SMS é um serviço de localização de recursos móveis, destinado a empresas e organizações que precisam de localizar, gerir e controlar os seus recursos no terreno de forma mais eficaz, permitindo ainda a comunicação com os mesmos através do envio de mensagens escritas. O serviço permite localizar num mapa georreferenciado os colaboradores, veículos ou máquinas da empresa, as rotas usadas pelas equipas e ainda gerir as tarefas das equipas através do envio de mensagens escritas com a possibilidade de recepção de respostas às mensagens enviadas. Os seus recursos móveis são localizados a partir de uma estimativa com base na célula onde se encontram, variando a precisão de localização conforme o tipo de zona onde se encontrem:

- Área *indoor* (ex: centros comerciais): aproximadamente <100m
- Área urbana: aproximadamente 100m a 500m
- Área suburbana : aproximadamente 500m a 2km
- Área rural: aproximadamente 2km a 20km

VODAFONE

NEC Gestão de Frotas - Sistema de Gestão de Frotas, com dados de localização e de manutenção dos veículos. É constituído por um módulo instalado a bordo do veículo e tem as seguintes possíveis utilizações:

- Localização de veículos e optimização de rotas de distribuição.
- Manutenção, Segurança e Vigilância remota de veículos.
- Geração de relatórios de deslocações.

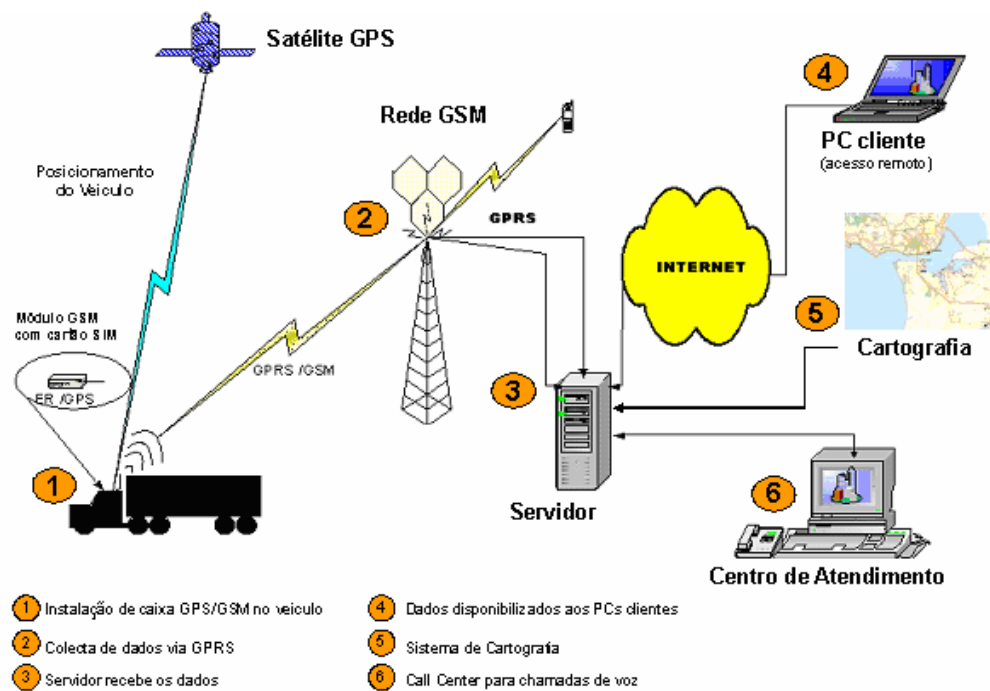


Figura 6: Modelo de Gestão de Frotas

COMUT COM ASP / COM Datagis - Para comunicação e informação tanto para viaturas como no sentido inverso, para substituir a comunicação verbal, é utilizado o MDT, Módulo Display Teclado, para passar a informação via GPRS no formato de SMS. Serve também para preenchimento de formulários pelos condutores para conhecimento do *status* de trabalhos. Interligam-se igualmente os sensores para informação automática da viatura para a sede. Interligação a Movilcom Mini. Poderá ser utilizado PDA com utilização de software de emulador de teclado.

3. Casos Práticos

3.1. Sistemas de Resposta à Emergência

3.1.1. Visão Geral

3.1.1.1. Aspectos Gerais

Numa situação de emergência como no caso de um desastre natural em grande escala, as autoridades necessitam de se inteirarem rápida e eficazmente da situação para decidirem qual a melhor resposta a dar: o que aconteceu, onde ocorreu o maior dano, que género de sistemas de suporte são necessários e com que grau de necessidade, e se as autoridades necessitam de trabalhar com outras organizações. Existe sempre uma necessidade premente para acções imediatas como as missões de procura e resgate, tratamento médico, combate a fogos, disponibilizar abrigo e cuidados para os evacuados e conduzir avaliações de segurança às estruturas e com uma limitada quantidade de informação disponível, estas actividades não podem ser executadas com a adequada eficiência.

Os terremotos de Northridge em 1994 na Califórnia e de Hyogo-ken Nanbu em 1995 no Japão causaram elevados danos aos respectivos centros populacionais (centros estes de elevada densidade populacional). O Departamento de Emergência da cidade de Kobe não tinha como responder à destruição e a confusão instalou-se entre os serviços dos bombeiros e primeiros socorros e como resultado as autoridades governamentais atrasaram-se a apresentar uma resposta eficaz. Só após as imagens aéreas terem aparecido pela televisão é que o governo japonês se inteirou da gravidade real, e só a partir desse ponto é que uma resposta adequada pôde ser executada. Em parte, isto deveu-se ao facto de a região de Kansai estar mal preparada para lidar com um terremoto, pois fazia muito tempo que um desastre desta magnitude não ocorria. Em contraste, o estado da Califórnia é atingido com alguma frequência por terremotos e estava mais bem preparado em termos organizacionais, de procedimentos de resposta de emergência, de conhecimento público sobre as mesmas e de sistemas de suporte para calamidades.

O Sistema de Resposta à Emergência (ERS) aqui discutido é definido como um sistema de recolha e análise de informação em caso de situações de desastres como estes, de modo a possibilitar uma implementação apropriada e uma rápida resposta com base na informação recolhida, prevenindo ou minimizando os danos ocorridos. Estes sistemas devem fazer máximo uso da tecnologia de informação como sensores para monitorizar terremotos e outros fenómenos; tecnologia de comunicação para rápida e eficazmente transferir essa informação; tecnologias ligadas aos SIG para lidar com a distribuição espacial dos desastres; computadores portáteis para recolher informação; comunicações móveis; sistemas de procura; e tecnologia sensorial informática para recolher informações detalhadas em relação às cidades e às condições do solo.

3.1.1.2. Estrutura de um ERS

Em primeiro lugar, as informações mais básicas sobre um terremoto são registadas através de sismógrafos e são transmitidas de modo a informar sobre o epicentro, a magnitude do terremoto e a sua distribuição espacial. Deste modo, algumas acções podem ser imediatamente executadas: sistemas luminosos de paragem de emergência para elevadores e comboios; alertas de maremotos que são emitidos para as áreas costeiras; actividades de resgate nas áreas de maior intensidade sísmica. Além do mais, se estes sistemas forem eficazmente implementados, o alerta pode ser dado ainda antes de o desastre ocorrer.

Em segundo lugar, é possível implementar um sistema de estimativa de danos que forneça estimativas detalhadas sobre a acção sísmica e como melhor responder a isso, considerando informação recolhida no solo, construções urbanas e população, eventualmente evoluindo para um ERS para suportar as decisões a fazer.

Nas áreas de maior densidade populacional é necessária uma rede de sismógrafos mais densa, bem como uma rede mais eficaz de informação para transmitir os dados recolhidos. Apesar de se poder usar linhas telefónicas, alguns meios mais fiáveis têm vindo a serem utilizados, como a Internet, WAN e os satélites.

Qualquer sistema de informação utilizado deve fornecer rápida e eficazmente os dados em relação ao terremoto e a sua distribuição sísmica. Assim, o uso de tecnologia SIG em relação a dados espaciais nas primeiras fases do desastre é fundamental. O sistema prepara uma base de dados que agrega os dados sísmicos adquiridos: distribuição da vibração, localização dos edifícios e a sua idade e distribuição da população. Informações recolhidas anteriormente sobre outros

terramotos podem ainda ser usadas para ligar a média dos danos ocorridos. É de notar que muitas destas informações sísmicas se encontram disponíveis à partida, possibilitando um sistema de prevenção de desastres, e que são compiladas de modo a fazer o máximo uso dos sistemas móveis na investigação do local, incluindo a monitorização de largas áreas em tempo real e a integração dos vários dados recolhidos. Uma grande variedade de meios é empregada na distribuição desta informação, como o uso de computadores móveis, tecnologia GPS e SIG.

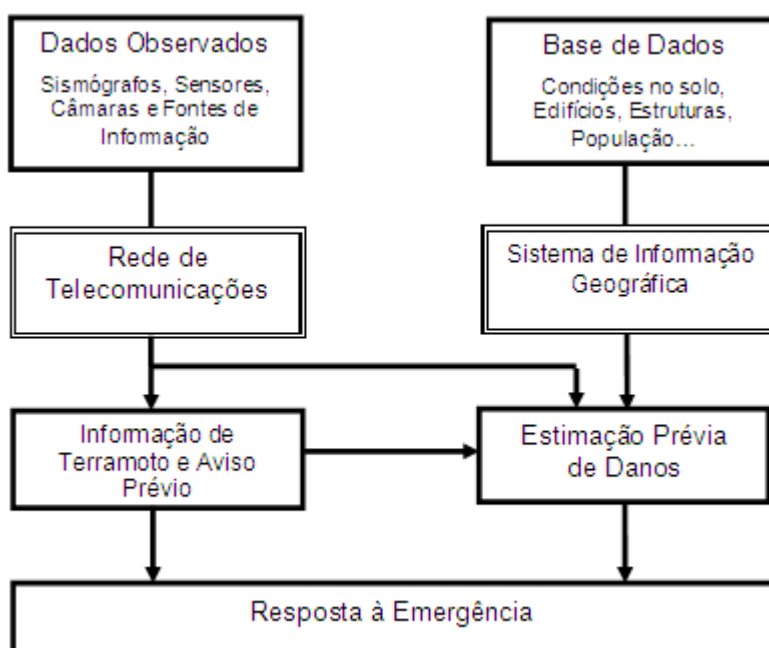


Figura 7: Estrutura de um ERS para terremotos e outros desastres naturais

3.1.2. ERS de Referência

3.1.2.1. Instrumentação avançada de movimento e ERS para os terremotos da Califórnia

Devido à sua localização por cima da Falha de San Andreas, a parte sul da Califórnia tem vindo a sofrer inúmeros terremotos. Um historial de monitorização dos terremotos tem vindo a possibilitar a construção de edifícios mais resistentes.

Após o terremoto de 1994 em Northridge, a Caltech, USGS e a Divisão de Minas e Geologia da Califórnia (CDMG) lançaram um projecto denominado TriNet com vista a criarem um sistema de monitorização de alta precisão no sul da Califórnia, de modo a

recolher rapidamente informações sobre terremotos e criar um mapa da força da vibração (ShakeMap), com dados sobre a aceleração, velocidade e intensidade sísmica, disponibilizando-os pela internet. O ShakeMap pode ser usado juntamente com o SIG como um meio de indexar as medidas de resposta e a criação imediata das estimativas dos dados. A TriNet também fornece informações sobre desastres ocorridos no passado bem como possíveis cenários futuros. No caso de um terremoto em larga escala na área da Falha de San Andreas é possível enviar alertas com alguma antecipação para Los Angeles, já que demora entre 10 segundos a 1 minuto para as ondas sísmicas atingirem a cidade a partir do epicentro.

3.1.2.2. Instrumentação avançada de movimento e ERS para os terremotos no Japão

Desde há muito que os conhecimentos adquiridos com o terremoto de 1995 em Hyogo-ken Nanbu (Kobe) têm sido aplicados no estudo, desenvolvimento e rápida expansão na implementação dos ERS. Os Sistemas de Resposta de Emergência foram desenvolvidos em primeiro lugar pelos órgãos governamentais, embora nenhum tenha sido posto à prova no que se refere a desastres de larga escala, pelo que ainda podem necessitar de verificação e melhoramento.

Há muitos anos que o Japão dispõe de um grande número de sismógrafos de alta precisão, superando muitos países com forte actividade sísmica. No entanto, a devastação de Hyogo-ken Nanbu atingiu uma área com uma força sísmica de intensidade 7 na escala JMA, com poucos pontos de observação. Onde antes era usada a percepção humana para medir a intensidade sísmica de aproximadamente 150 lugares ao longo do Japão, desde o terremoto de Kobe, foram introduzidos sismógrafos em aproximadamente 600 pontos e um sistema de comunicações através das linhas telefónicas e ligações por satélite. A informação de cada um destes pontos é então recolhida e enviada aos órgãos necessários de modo a porem o ERS em acção, e também à televisão e à Internet para alertarem o público.

O Sistema de Estimativa Prévia (EES) para desastres de terremotos é um ERS que utiliza dados sobre a intensidade sísmica para fazer uma estimativa da distribuição dessa mesma actividade num quadrado com 1 km de lado, enquanto toma em consideração as condições do solo. O sistema então calcula os danos sofridos pelas construções, as fatalidades ocorridas e as consequências de uma onda provocada pelo terremoto. Outro sistema implementado é o de Suporte de Medidas de

Emergência (EMS), que é usado para recolher toda a informação de vários órgãos governamentais em situações de emergência e distribuí-la com o SIG.

O Instituto Nacional para o Estudo da Ciência da Terra e Prevenção de Desastres (NIED) lançou a K-net, uma rede de sismógrafos em mais de 1000 locais no Japão, que é bastante eficaz na monitorização de eventos sísmicos de elevada intensidade junto ao epicentro e na distribuição espacial da actividade sísmica. O NIED é também responsável por várias redes de monitorização como o KiK-net para fortes actividades sísmicas, o Hi-net para redes de sismógrafos de alta intensidade e o F-net para sismógrafos de longo alcance. No momento, nem o K-net nem o KiK-net podem ser aplicados imediatamente após um terramoto pois a informação recolhida é feita manualmente.

Para áreas mais pequenas muitos governos locais têm o seu próprio sistema: Yokohama dispõe de sismógrafos em 150 locais diferentes e usa uma linha RDIS para recolher as informações, e Nagoya está a desenvolver um sistema de estimativa prévia a partir de informações recolhidas de universidades e agentes particulares, como o Tokyo Gas Co. Este trabalha com um sistema de avisos chamado Recolha de Informação Sísmica & Sistema de Rede de Alertas (SIGNAL), que considera dados como condutas enterradas e utilizadores dos seus serviços para estimar os danos sofridos e regular a quantidade de gás fornecido conforme o caso. Outro exemplo conhecido é o do Sistema de Detecção e Alarme de Terramotos (UrEDAS) dos caminhos-de-ferro japoneses que usa sismógrafos ao longo das vias e que permite parar ou reduzir a velocidade dos comboios imediatamente.

De qualquer forma, julgar se um terramoto irá ou não ocorrer pressupõe uma mudança profunda na atitude e no quotidiano das pessoas e é por isso que uma decisão final de alerta deve ser feita por um grupo de especialistas.

3.1.2.3. Instrumentação avançada de movimento e ERS em Taiwan

Como Taiwan está localizada mesmo por cima da fronteira de uma placa tectónica, o país é palco de frequentes terramotos, tal situação levou a uma posição proactiva dispondo de vários meios confiáveis de monitorização de terramotos ao longo de toda a sua extensão. Um dos exemplos das suas redes de monitorização é o do Gabinete Central Meteorológico e de Redes Sísmicas (CWBSN), que usa um sistema que estima mapas de intensidade sísmica, seu epicentro, posição e magnitude num espaço de 30 segundos a 1 minuto.

3.1.2.4. Instrumentação avançada de movimento e ERS noutros Países

O Sistema de Alerta Sísmico (SAS), situado na cidade do México, alerta para a existência da possibilidade de terremotos, tendo detectado cerca de 600 terremotos em 6 anos.

Muitos países têm despendido esforços na detecção destes desastres, embora a construção de uma rede eficaz em países mais activos em termos de sismos esteja ainda seu início.

3.1.2.5. ERS para Inundações e outros Desastres

No Japão, o Gabinete Fluvial do Ministério da Terra, Infra-estrutura e Transporte montou um ERS para lidar com inundações e deslizamentos de terra devido a fortes chuvas, de modo a fornecer informação em tempo real sobre a distribuição pluvial e o nível da água nos maiores rios. Estando disponível tanto pela Internet como por rede de telemóveis, esta informação destina-se a ajudar aos residentes das zonas afectadas a ponderarem sobre a sua evacuação.

3.1.2.6. Novo método para reconhecimento dos danos

Reunir informações sobre o nível dos danos em áreas afectadas no instante dos desastres é bastante difícil, e normalmente é feita manualmente e no local. Nos últimos tempos, no entanto, tem sido usado software SIG, tecnologia GPS, câmaras digitais, comunicações móveis e computadores, com significativas vantagens considerando uma compilação dos dados mais rápida, uma navegação mais eficaz na zona do desastre e a possibilidade dos mesmos dados poderem ser partilhados pelos vários agentes, incluindo não especialistas.

3.1.3. Exemplos de ERS para terremotos e outros desastres

3.1.3.1. Universidade de Nagoya

A gestão e planeamento do *campus* universitário requerem informações sobre o solo, construções e equipamentos. No *campus* desta universidade, a construção está em grande desenvolvimento quer à superfície, com a construção de edifícios, quer ao nível do subsolo, com a construção de uma linha de metropolitano e passagens rodoviárias. Neste *campus* existem edifícios de várias idades, o que complica a remoção e transporte de terras. Toda esta actividade perturba o funcionamento normal da universidade, o que requer medidas apropriadas para minimizar tais efeitos. É então aqui usado um SIG denominado de “Higashi”, o qual oferece a necessária informação sobre o planeamento de novos edifícios e a gestão dos existentes, incluindo dados sobre o solo, edifícios, leituras sísmicas, entre outros.

3.1.3.2. Avaliação da actividade sísmica

Para projectar edifícios resistentes a terremotos, é fundamental considerar informações como o historial das actividades sísmicas do local, sua magnitude e existência de falhas activas. Estes factores devem ser considerados juntamente com dados de especificações na construção anti-sísmica, de estimativa de danos, da avaliação do nível da actividade sísmica, da previsão de tal actividade no leito de rochas, da observação do estado do solo com base na análise em desastres anteriores e da avaliação do movimento do subsolo. Para avaliar o movimento do solo em terremotos foi então construído um SIG denominado *Quick Seismic Evaluation* (QuSE).

3.1.3.3. Modelação do solo

O SIG utilizado para estimar o modelo dinâmico do solo na área urbana de Nagoya conjugou todos os dados existentes relativos à exploração subterrânea. O sistema estima a velocidade e densidade das camadas do solo ao longo de uma secção arbitrariamente escolhida e avalia a amplificação do solo num local arbitrário. Este modelo considera elementos como dados recolhidos anteriormente sobre a velocidade das ondas sísmicas consoante o tipo de exploração do solo, uma informação que é estimada considerando a profundidade, idade geológica e classificação do solo.

3.1.3.4. Estimativa do dano sísmico

O SIG denominado *Seismic Damage Estimation System* (SDES) para estimar os danos nos edifícios causados por terremotos foi construído combinando os SIGs acima mencionados com informação sobre as construções das áreas urbanas e a sua vulnerabilidade. O número de edifícios, tipo de estrutura e idade é calculado e assim o número de edifícios danificados pode ser estimado usando o índice de vulnerabilidade de cada tipo de estrutura, idade e danos. Como os danos causados podem ser calculados interactivamente, qualquer tipo de terremoto pode ser considerado e é possível especificar as regiões mais atingidas pelo desastre. O sistema pode então oferecer informação pela qual é possível calcular as medidas adequadas à prevenção do desastre, enquanto se consideram elementos humanos e socioeconómicos.

3.1.3.5. Estimativa prévia do dano sísmico

Com a instalação de 16 sismógrafos no *campus* da Universidade de Nagoya e combinando este meio de observação com o SDES, foi construído um sistema de estimativa prévia. A ideia base é a de ligar estes sismógrafos via Internet, permitindo assim a transmissão imediata das informações recolhidas para uma *Engineering Workstation* (EWS) e compará-las com outras bases de dados no SDES.

Imediatamente após um terremoto, o hipocentro e magnitude são determinados automaticamente e depois é estimada a distribuição do movimento do solo, os danos nas construções e as curvas de vulnerabilidade.

3.1.3.6. Alerta de vibração ambiental

No caso da Universidade de Nagoya, os investigadores preocupam-se com vibração ambientais normais das áreas urbanas como as provenientes do tráfego e das construções e que não podem ser evitadas, influenciando assim os instrumentos de pesquisa. Com vista a este problema, idealizaram o *Monitoring System for Vibration Induced by Construction* (MoVIC), de modo a verificarem se o nível de vibração excede um determinado ponto e, se tal ocorrer, alertar para o uso de métodos alternativos de construção.

3.1.3.7. “Sistema Anshin”: Sistema de Intercomunicação para Informação de Alertas de Terramotos e Desastres

Após o terremoto de Hyogo-ken Nanbu em 1995, os sistemas convencionais de informação de desastres mostraram-se insuficientes uma vez que é difícil a recolha dos dados obtidos no local do desastre e as informações fornecidas pelos gabinetes administrativos nem sempre são claras para as pessoas envolvidas. Consequentemente, um novo sistema de intercomunicação é necessário.

O sistema Anshin (“segurança” em japonês) é composto por uma série de subsistemas para recolha, processamento e distribuição de informação sobre desastres a nível regional e consiste num sistema SIG, onde é possível aceder pela Internet a dados como condições do solo, construções, estimativa dos danos, posição, aceleração máxima, imagens. A informação é recolhida através do uso de um terminal portátil (denominado “Anshin-kun”), munido com um pequeno sismógrafo, um interface para comunicação sem fios, uma câmara digital, uma unidade GPS e software SIG para navegação.

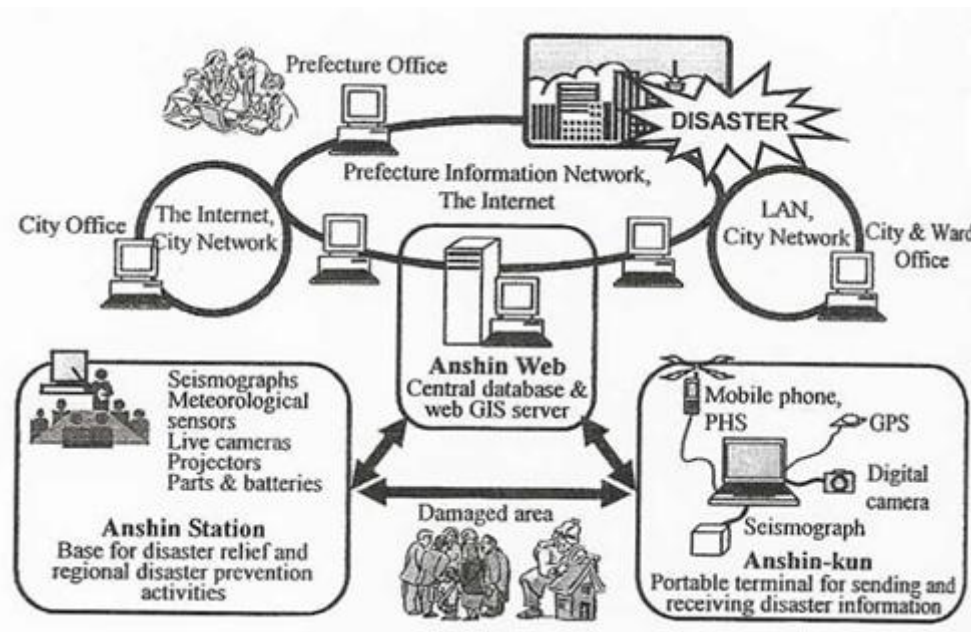


Figura 8: Estrutura do sistema Anshin

3.1.4. Aspectos Futuros dos ERS

Medidas de implementação

Os ERS têm de ser aplicados consistentemente, desde na prevenção de desastres em alturas sem qualquer tipo de emergência até ao desastre em si e ao período de reconstrução. É sempre preferível que o sistema ERS a criar possa ser usado para mais do que um fim, como por exemplo, perda dos serviços, esforços de reconstrução ou processar informações recebidas actualizadas. Tal só é possível se a base de dados contiver informações como fundações do solo, idade dos edifícios, o rácio edifícios danificados/nível de actividade sísmica, entre outros. E essa informação deve ser recebida rapidamente e de forma fiável, mesmo em desastres.

Desenvolvimento de novas tecnologias para ERS

O futuro para os ERS passa por novos desenvolvimentos a nível de hardware (sensores, computadores) e software (SIG, dados de infra-estrutura, entre outros). O custo cada vez menor no desenvolvimento dos sensores possibilita a ideia de uma utilização mais alargada e o avanço ao nível da informática possibilita o uso de equipamento mais leve e compacto. Sites Internet, a proliferação do correio electrónico, telemóveis, pagers, a construção de bases de dados mais abrangentes e confiáveis, tudo isto contribui para um melhor sistema de recolha e distribuição de informação e o uso cada vez mais barato de GPS e câmaras nos telemóveis é de grande ajuda.

3.1.5. Conclusão

Este caso apresentou uma ideia geral sobre Sistemas de Resposta à Emergência, com destaque a nível dos desastres por terremotos.

OS ERS são um conjunto de tecnologias de vários campos como as telecomunicações, processamento de dados geo-espaciais e processamento de informação.

A dificuldade no desenvolvimento de um ERS consiste no facto de ser necessário ter em consideração as reacções das pessoas e da sociedade em situações de emergência, bem como alguns aspectos legais. Já existem grandes avanços a nível de pesquisa e desenvolvimento de ERS especialmente na costa oeste dos Estados Unidos e no Japão, zonas vulneráveis a grandes terremotos. Contudo, ainda se encontram em desenvolvimento medidas para lidar com desastres de grande dimensão, em que largas áreas são devastadas em apenas alguns momentos por terremotos.

3.2. Um Modelo de Location-Based Services para Controlo do Crime

O objectivo do presente estudo procura a realização de um modelo de serviços de localização no apoio ao controlo do crime, que justamente reflectem as preocupações tanto das autoridades como dos cidadãos.

Para os governos a segurança dos seus concidadãos é uma tarefa central, onde cada vez mais são despendidos recursos e energias na elaboração de planos de segurança.

Os LBS constituem a capacidade de encontrar geograficamente uma localização mas geram igualmente uma série de serviços baseados nessa informação geo-referenciada. Os LBS poderão criar um sem número de benefícios para a comunidade e para as autoridades, como por exemplo encontrar geograficamente uma pessoa que necessita de ajuda urgente ou então encontrar um criminoso que é procurado pelas autoridades, sendo claro que no caso de chamadas de emergência, tais como furtos, sequestros, sinistros e outros crimes mais graves, quem atende as chamadas terá uma capacidade de resposta maior quanto mais informação exacta tiver sobre a localização de quem está a efectuar a chamada.

Apresentamos aqui um modelo para controlo do crime desenvolvido e implementado na Tailândia.

Foi desenvolvido um sistema de controlo do crime integrando um Mapserver Minnesota, um servidor de Internet e uma base de dados relativos ao crime (estatísticas e outros dados), sendo convertidos numa Web na óptica do utilizador.

Foram reunidos alguns tópicos para este projecto, sendo que estes se classificam de dois modos:

- 1) Primeiro, os tópicos contextualizadores da envolvente, como as esquadras da polícia, a área de jurisdição de cada esquadra, estradas, pontos de transportes públicos entre outros;
- 2) Segundo, os tópicos relacionados ao crime, como as localizações de assassinatos, roubos e actuações de gangues.

Este sistema de controlo do crime inclui também a monitorização e uma ampla análise dos crimes praticados.

O caso em estudo pretende também perceber as expectativas dos cidadãos relativamente ao sistema de controlo do crime, sob a óptica da resposta dos Governos, numa perspectiva de como um “Governo electrónico” pode servir os seus cidadãos, sendo que este caso em concreto aborda o exemplo da polícia e dos cidadãos tailandeses e a concepção do referido modelo de controlo do crime.

3.2.1. O desenho do sistema de controlo do crime

Para que o sistema fosse construído foi efectuado um inquérito a 100 cidadãos tailandeses e a 100 polícias tailandeses entre Maio e Junho de 2003. De acordo com os resultados obtidos, mais de dois terços dos inquiridos apontaram a segurança e as questões análogas, tais como as chamadas de emergência, como as razões principais para que o sistema seja construído e implementado. Contudo, nem só a segurança preocupa os inquiridos, pois estes estão abertos a um sistema que disponibilize informações relativas a aviso/alerta de crimes (localização destes), roubos, violações de propriedade e outras informações preventivas, se possível na hora exacta. O inquérito foi ainda mais longe nos resultados, pois os inquiridos estão igualmente receptivos a um sistema de informação sobre mapas digitais, onde conste a informação dos trajectos para as esquadras mais próximas em caso de necessidade ou outras instituições de apoio, na forma de deslocação de um ponto para outro ponto das cidades entre outras informações.

Com toda a panóplia de informações que tanto cidadãos como polícias necessitam, foi possível criar dois sistemas de informação prévios, um na óptica do indivíduo, outro na óptica da troca de informações entre cidadãos e autoridade.

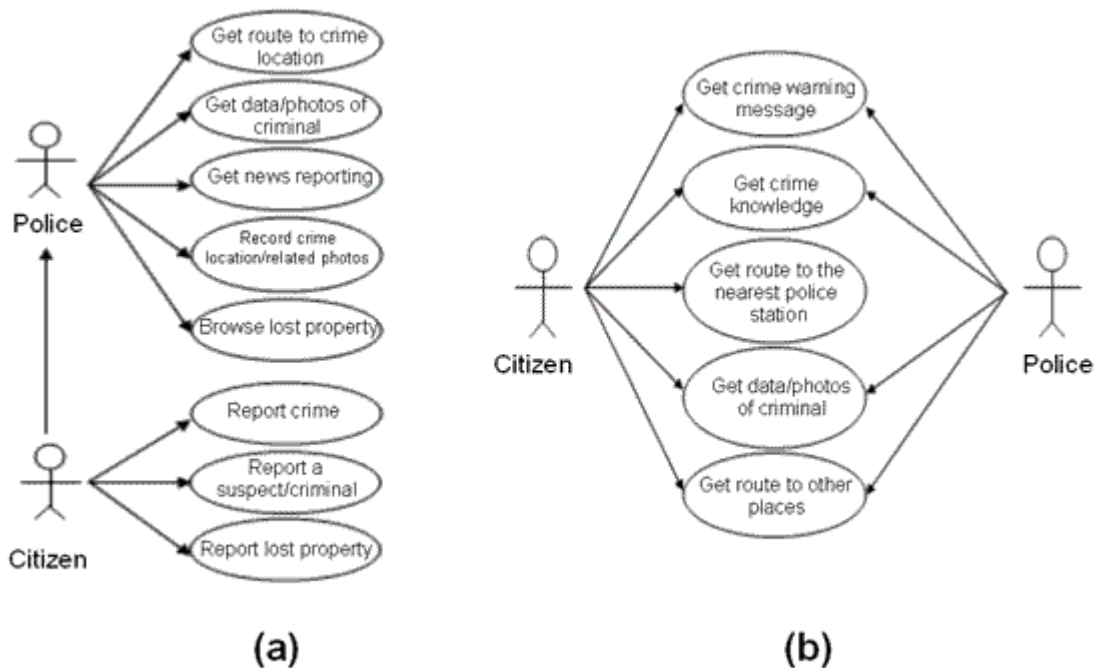


Figura 9: (a) Diagrama para comunicação de crimes (*Crime Reporting*);
 (b) Diagrama para recolha de informação (*Crime Information Retrieving*)

O primeiro sistema baseia-se naquilo que as autoridades necessitam (trajectos para os locais do crime, obter informações do criminoso, obter notícias, obter fotografias do local do crime, categorizar e armazenar informação sobre objectos perdidos) e no que os cidadãos igualmente necessitam (dar informações sobre crimes, denúncia de suspeitos e informar sobre objectos perdidos),

O segundo sistema relaciona o que os cidadãos e as autoridades necessitam e procuram, criando um sistema de interrelacionamento entre estes dois grupos, assim tanto as autoridades como os cidadãos procuram mensagens de aviso de crimes, informações sobre os crimes, obtenções de trajectos para as esquadras mais próximas assim como para os locais do crime, obtenção de informação variada sobre os criminosos e obtenção de vias para outros locais.

3.2.2. O modelo do sistema

O sistema de conectividade ao modelo, quer pelos cidadãos quer pelas autoridades, poderá ser efectuada através de PDA, telemóveis e computadores, entre outros, sendo que o sistema irá verificar as autorizações e autenticações dos utilizadores no sentido de identificar a fonte da mensagem ou do pedido de informação.

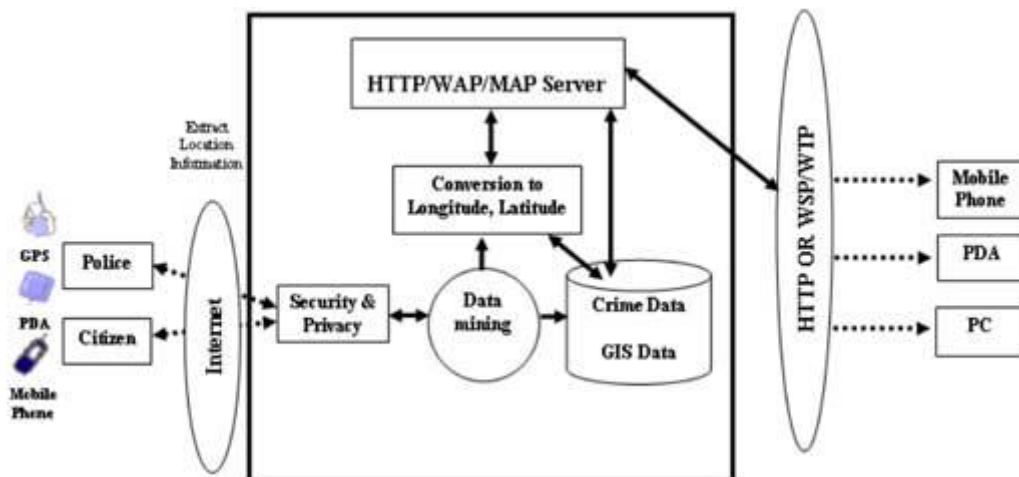


Figura 10: Modelo de Location-Based Services para Controlo de Crime

Tendo por base uma política de segurança do sistema, o processo de autenticação poderá aceitar ou negar o acesso do utilizador ao sistema. O processo de autorização será utilizado para controlar a identidade das fontes de informação.

Posto isto, a informação pretendida será obtida através da análise dos dados disponíveis e convertida numa base de dados que não será mais que uma matriz longitudinal e latitudinal de geo-referenciação. Portanto, a base de dados consiste em dados relativos ao crime e um SIG, onde estas informações serão combinadas antes de serem transmitidas ao servidor, onde todos os dados serão computados no sentido de serem extraídas informações.

3.2.3. A problemática da privacidade

A privacidade dos dados é uma questão muito importante, aumentando de importância quando se fala num sistema público de informações.

A localização de uma pessoa juntamente com a identificação da variável tempo, torna informação bastante valiosa e ímpar, sendo então que deverão ser criados mecanismos que providenciem a privacidade dos dados, ao mesmo tempo que deverá existir informação suficiente para que o sistema possa responder afirmativamente às consultas geradas.

A solução do problema passará obviamente por uma política de privacidade, onde serão preservadas as informações relativamente a casa pessoa, mas a sua identidade

será removida, exceptuando os casos de crimes pois é necessário manter a identidade das pessoas para posterior investigação; todas as situações de não crime, como por exemplo encontrar a esquadra mais próxima, a identidade das pessoas é omissa.

3.2.4. O desenvolvimento do sistema

Como foi anteriormente dito, o sistema foi desenvolvido através de um servidor de mapas Minnesota, um servidor de Internet e uma base de dados relativos ao crime, sendo tudo isto integrado num ambiente na óptica do utilizador, sendo que o Mapserver não é mais que uma aplicação de SIG. É justamente esta aplicação de SIG que faz desenvolver outras aplicações, tal como o corpo do próprio sistema (*Common Gateway Interface*), que faz desenvolver e construir aplicações, justamente assentes nos SIG.

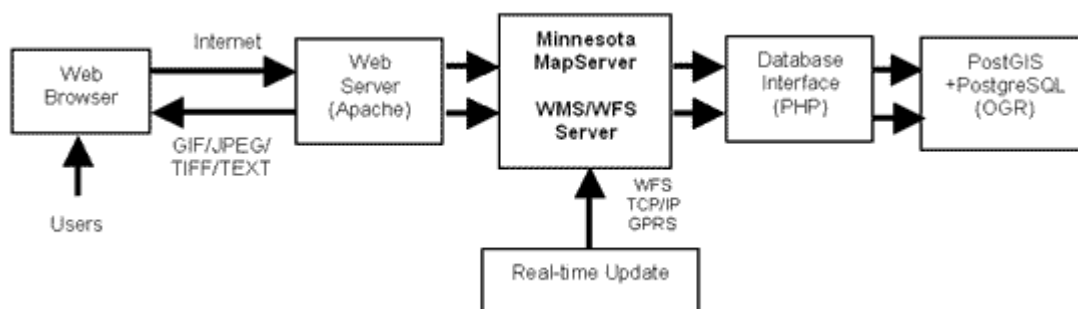


Figura 11: Componentes e fluxo de informação

3.2.5. Conclusão

A procura de segurança e ofertas da mesma por parte dos cidadãos é uma constante. Por essa razão, o governo tailandês apostou no modelo agora apresentado (que ainda continua em implementação), que promove acima de tudo uma interacção forte e estreita entre o cidadão e as autoridades, numa simbiose que tem como objectivo a troca de informações sobre crimes e outras informações relevantes. Talvez o maior desafio esteja na política de privacidade e na sua aplicação, embora apenas num futuro próximo conheçamos as consequências para a sociedade da implementação do presente modelo.

3.3. Projecto ARMAS

3.3.1. Descrição Geral do Projecto

O projecto da Agência Espacial Europeia (ESA), *Active Road Management Assisted by Satellite* (ARMAS) tem como objectivo a transformação da infra-estrutura de transportes (estradas, pontes, túneis, zonas urbanas) em locais mais seguros e ambientalmente sãos, através da melhoria da segurança rodoviária, implementação de capacidades de gestão dinâmica de tráfego e disponibilizando mecanismos de cobrança electrónica de portagens (VT - *Virtual Tolling*). Para este projecto foi constituído um consórcio europeu liderado pela Skysoft Portugal, envolvendo empresas de tecnologia (Skysoft - Portugal, logicaCMG – Holanda, mapflow – Irlanda), operadores de auto-estradas (Auto-estradas do Atlântico, Brisa, Lusoponte – Portugal), fabricantes de equipamentos (SetCom, Grundig – Portugal), empresas de telecomunicações (TMN, PT Inovação – Portugal) e institutos de investigação (IST IDMEC – Portugal, Fraunhofer Gesellschaft – Alemanha).

O sistema está construído utilizando as seguintes tecnologias:

- GNSS (nomeadamente GPS e EGNOS);
- Comunicações celulares móveis (nomeadamente GSM e GPRS);
- DSRC (*Dedicated Short Range Communications*)

Os dois componentes principais do sistema são:

- *In-Car System* (ICS): incorpora tecnologias GPS, EGNOS, DSRC, GSM Voz, GSM Dados, GPRS, Sensores Inerciais, *Map-Matching* e RAIM (*Receiver Autonomous Integrity Monitoring*);
- *ARMAS Fixed-Part* (AFP): conjunto de equipamentos que reside “fora” do veículo. Utiliza: GPS, EGNOS, DSRC, GSM Voz, GSM Dados, GPRS e *Map-Matching*.

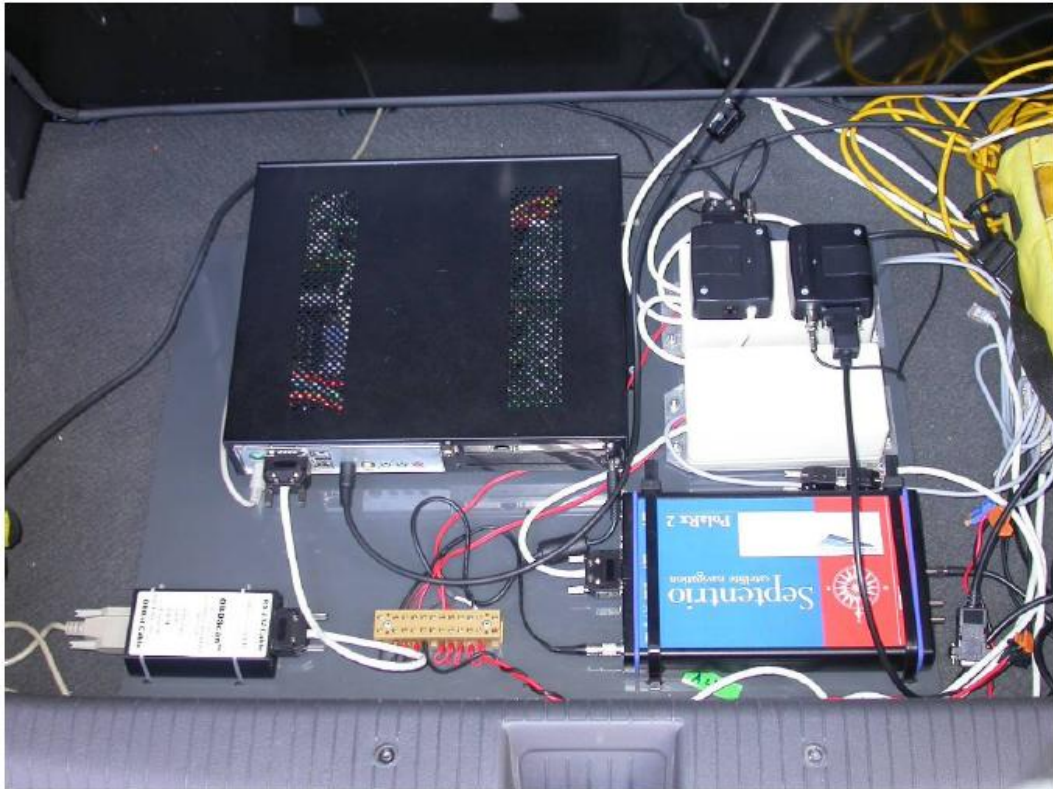


Figura 12: ICS do ARMAS

3.3.2. Fases do Projecto

Este projecto encontra-se actualmente na Fase III (iniciada em Outubro de 2006 e que terá uma duração de 17 meses), tendo a Fase I decorrido de Março a Dezembro de 2001 e a Fase II de Março de 2004 a Novembro de 2005:

- I) O objectivo principal da Fase I foi o de avaliar a viabilidade de um sistema de navegação automóvel inteligente (ICNS - *Intelligent Car Navigation System*), baseado em tecnologias GNSS e CN de modo a melhorar a segurança da navegação automóvel, tornar a gestão dinâmica do tráfego numa proposta atractiva e realista e disponibilizar uma solução competitiva para portagens. O trabalho desenvolvido na Fase I compreendeu também avaliações de aspectos legais e institucionais.
- II) A Fase II teve como principais objectivos implementar uma infra-estrutura de testes (*test-bed*) para o ARMAS e aplicações avançadas de ITS, bem como investigar assuntos críticos relacionados com a introdução bem-sucedida de

Virtual Tolling, usando a infra-estrutura de testes implementada, com especial destaque para a fiabilidade, integridade e robustez. As funcionalidades demonstradas nesta fase foram:

- *Virtual Tolling* – cobrança electrónica de portagens baseada em posicionamento por satélite, em auto-estradas e áreas urbanas;
- *Warnings Provision* – Fornecimento de informação ao condutor sobre acidentes e incidentes no percurso do veículo
- *SOS Request* – Pedido electrónico de ajuda a partir do interior do veículo, accionado quer pelo condutor, quer automaticamente por sensores

O principal objectivo desta fase do projecto foi a demonstração da aplicabilidade das tecnologias GNSS (especialmente EGNOS), CN e DSRC à área da cobrança electrónica de portagens por zonas/estradas.

III) A Fase III está a decorrer e tem como principais objectivos a implementação de um protótipo e uma comparação *Virtual Tolling vs. Dedicated Short Range Communications* (DSRC) no “mundo real”. Esta fase combina assim uma abordagem multi-disciplinar e multi-organizacional para estabelecer a base para a implementação de um sistema operacional e serviços associados, focados em:

- Desenho e integração de aplicações existentes numa plataforma ARMAS comum;
- Investigação das necessidades dos utilizadores e desenvolvimento de aplicações sobre a plataforma ARMAS comum;
- Testes das aplicações desenvolvidas;
- Demonstrações e actividades de disseminação;
- Análise de resultados e evoluções futuras.

Neste estudo iremos abordar os trabalhos, testes, resultados e conclusões da Fase II deste projecto.

3.3.3. Necessidade para a implementação do sistema

Cobrança electrónica de portagens

O Livro Branco “A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções” conclui que uma das principais razões do desequilíbrio no sistema de transportes é que os meios de transporte não pagam os custos pelos quais são responsáveis. O Parlamento Europeu confirmou a necessidade de uma taxação sobre a infra-estrutura quando adoptou o relatório sobre as conclusões do Livro Branco em Fevereiro de 2003.

A taxação da infra-estrutura não resolve por si só todas as desigualdades no sistema de transportes. No entanto, irá fornecer a estrutura necessária que possibilitará às empresas de transportes efectuar escolhas racionais que tenham em conta todos os parâmetros de custos dos transportes em cada modo.

A disponibilização de uma estrutura previsível e estável constituirá, com o suporte de outros instrumentos, uma das soluções do problema de financiamento da maioria das infra-estruturas de transporte.

A Comissão das Comunidades Europeias avançou com uma proposta para a criação de um Sistema Electrónico Europeu de Cobrança de Estradas. Este sistema irá a longo prazo ser baseado principalmente no uso de sistemas de posicionamento por satélite, nomeadamente GPS/EGNOS e Galileo.

Segundo esta proposta:

- Será implementado um "Serviço Europeu de Cobrança Electrónica" que abranja toda a infra-estrutura rodoviária da Comunidade sobre a qual serão aplicadas portagens ou taxas de utilização. Uma única subscrição dará acesso ao serviço na totalidade desta rede e as subscrições estarão disponíveis a partir da gestão de qualquer parte desta rede
- O Serviço Europeu de Cobrança Electrónica será independente do nível de taxas e do objectivo pelo qual essas taxas são aplicadas. Terá apenas a responsabilidade pelo método de recolha de portagens e taxas. O serviço será o mesmo independentemente do local de registo da viatura, da nacionalidade do subscritor, da nacionalidade do operador e da zona ou ponto da rede rodoviária a que diz respeito a taxa aplicada.

Esta proposta avança com três tecnologias: uma combinação GNSS/CN e tecnologia DSRC, já em ampla utilização na União Europeia. É defendida a utilização de

tecnologias de posicionamento por satélite e de comunicações móveis para a implementação deste serviço europeu, bem como para todos os novos sistemas a serem implementados a níveis nacionais, por serem tecnologias mais flexíveis e mais bem adaptadas às novas políticas de taxaço da Comunidade. Além disso estas tecnologias são um componente de muitos sistemas de segurança activos que os fabricantes estão já a começar a instalar nos seus veículos.

Fornecimento de avisos

Vivemos numa sociedade onde a informação é considerada um bem fundamental para as nossas vidas. O mesmo se aplica nas estradas. Os utilizadores das estradas precisam de estar informados sobre tudo o que possa influenciar a sua actividade de condução. Por esta razão é essencial disponibilizar aos condutores a melhor e mais útil informação para ajudar a tomada de decisões durante actividade de condução.

Muitos estudos referem que o factor humano é a causa mais importante de acidentes rodoviários e a sua importância parece ter vindo a aumentar, também porque, e à medida que a qualidade de fabrico automóvel aumenta, factores como falhas mecânicas e perigos ambientais têm tendência a ter menor influência.

Adicionalmente, a disponibilidade de tecnologias novas e mais complexas nos veículos, incluindo telemóveis, sistemas de navegação e sistemas avançados de som, tem direccionado o interesse para a questão da falta de atenção dos condutores. Estes dispositivos têm o potencial de introduzir ou expandir tarefas, que podem competir com a tarefa principal de condução, ao aumentar o *workload* a nível cognitivo, motor e visual e, deste modo, degradar a segurança.

Para evitar um acidente, causado por exemplo por um carro parado no meio da estrada, os passos seguintes deverão ser executados pelo condutor:

- Detectar o objecto;
- Orientar os olhos para o objecto e identificar a sua forma e posição;
- Obter da memória a informação necessária para identificar o objecto como algo ameaçador de acordo com a sua forma e posição;
- Decidir travar;
- Travar.

A eficiência desta sequência de acções é determinante para evitar o acidente e está ligada ao tempo de acção.

Para tentar disponibilizar mais tempo de acção ao condutor, a informação sobre as condições da estrada que o possam afectar deverão ser fornecidas o mais rapidamente possível. Para atingir este objectivo o sistema ARMAS tem uma funcionalidade denominada “*Warnings Provision*”.

SOS electrónico

Nos acidentes de automóvel, um dos factores mais importantes para salvar vidas é a resposta rápida dos serviços médicos de emergência. Os Sistemas de Notificação de Emergências (por vezes referidos como sistemas “*mayday*” ou de “notificação de colisão”) constituem uma forma de redução do tempo entre a ocorrência do acidente e a prestação dos serviços médicos. Os operadores das auto-estradas são normalmente responsáveis pelo planeamento e implementação de programas de gestão de incidentes de tráfego. As responsabilidades operacionais tipicamente assumidas por estas entidades e pelos seus serviços de patrulhamento incluem:

- Prestar assistência na detecção e verificação de incidentes;
- Iniciar estratégias de gestão de tráfego nas estruturas afectadas pelo incidente;
- Proteger o local do incidente;
- Iniciar assistência médica de emergência até que chegue ajuda;
- Disponibilizar controlo de tráfego;
- Assistir condutores com veículos avariados;
- Fornecer informação ao condutor;
- Disponibilizar equipamento especial para desimpedir os locais de incidentes;
- Determinar as necessidades de reparação da via e de limpeza do local do acidente;
- Estabelecer e operar rotas alternativas;
- Coordenar recursos de reparação e limpeza;
- Reparar a infra-estrutura de transportes.

A inclusão da funcionalidade “*SOS Request*” surge assim, tal como no caso do “*Warnings Provision*”, alinhada com o conceito geral da solução ARMAS que abrange áreas como Segurança Rodoviária e Gestão Dinâmica de Tráfego para além de *Virtual Tolling*.

3.3.4. Arquitectura do sistema

A arquitectura do ARMAS foi influenciada pelos centros de controlo de tráfego (TCC) existentes. O Centro de Controlo de Navegação Regional (RNCC) é visto como uma evolução dos TCC, assumindo as funcionalidades existentes e adicionando muitas mais. O equipamento RSE (*Road Side Equipment*) não é substituído mas sim integrado. Desta forma o sistema está orientado para operar estradas controladas, tipicamente auto-estradas, pontes e zonas de congestionamento urbano.

Os principais elementos do sistema são:

- *In-car system* (ICS)
- Equipamento RSE
- Centros de Controlo de Navegação Regionais (RNCC)
- Fornecedor de informação geográfica (AGISP)
- Fornecedor de Acesso ao Serviço (ASAP)

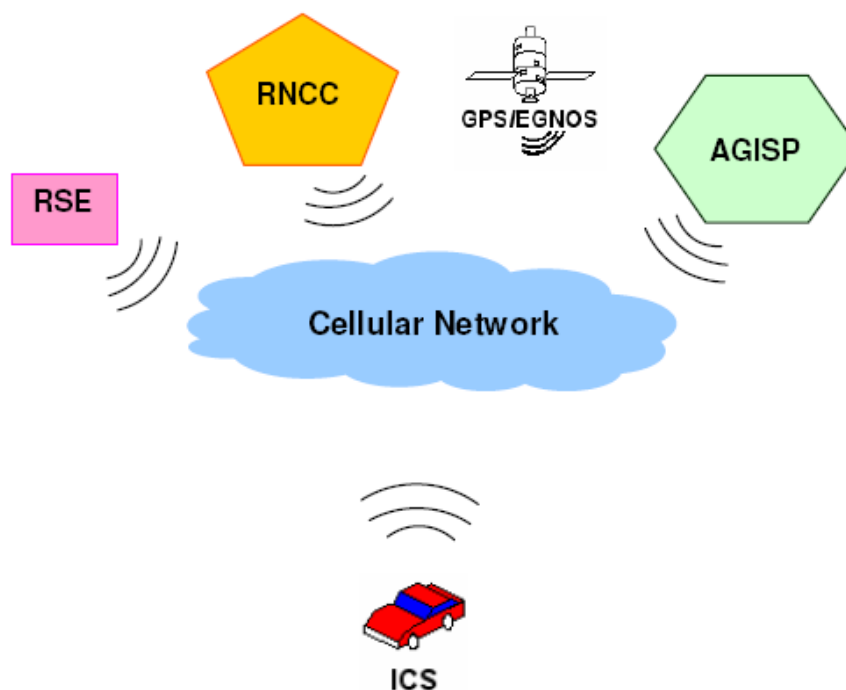


Figura 13: Comunicações celulares no ARMAS

3.3.5. Sistema de posicionamento

EGNOS

O sistema ARMAS está projectado para utilizar um sistema de posicionamento geográfico para detectar onde se localizam os veículos e para reconhecer a posição geográfica de todos os elementos relevantes para as funcionalidades do sistema (ex. a localização de acidentes). A escolha do sistema EGNOS deve-se às capacidades optimizadas disponibilizadas por este sistema relativamente a sistemas de posicionamento existentes. O sistema EGNOS disponibiliza uma exactidão superior fornecendo aos utilizadores na Europa o seu posicionamento com uma margem de 5 metros comparados com os cerca de 20 metros actuais. Ao disponibilizar também informação e monitoria de integridade permite a fiabilidade dos sistemas que o utilizam e dos resultados de posicionamento, tendo valor legal em caso de disputas entre fornecedores de serviço e utilizadores. Consistindo em três satélites geostacionários e uma rede de estações terrestres, o EGNOS atingirá o seu objectivo com a transmissão de um sinal contendo informação sobre a fiabilidade e exactidão dos sinais de posicionamento enviados pelo GPS e pelo GLONASS.

Hibridação

Em muitas aplicações, a exactidão de cada GNSS por si só não é suficiente. Ao combinar múltiplas técnicas, processo frequentemente referido como hibridação, um sistema pode obter um maior nível de exactidão melhorando também outros parâmetros como a disponibilidade ou a integridade.

Sensores inerciais

Quando usado para aplicações de trânsito, um receptor GNSS tem frequentemente uma visibilidade limitada do céu, resultando em interrupções na informação de posicionamento. Assim, sempre que a continuidade da informação seja importante, pode ser usada uma hibridação de sensores, incorporando sensores inerciais e outros para melhorar a continuidade da informação de posicionamento.

3.3.6. Testes

3.3.6.1. Cenários estabelecidos

Os testes de Lisboa foram realizados entre meados de Setembro e início de Outubro de 2005, com o objectivo de obter dados suficientes para executar uma análise do desempenho requerido de navegação (*Required Navigation Performance – RNP*)

Os testes foram realizados de forma a abrangerem uma grande área da cidade de Lisboa e da Grande Lisboa, cobrindo metodicamente o mesmo terreno, dia após dia, tendo estabelecido três diferentes cenários:

- Urbano: Condução pelas estradas estreitas do centro da cidade e pelas avenidas com densa arborização;
- Cidade Aberta: Condução através de grandes avenidas e estradas mais largas;
- Rural: Seguindo por auto-estradas em redor de Lisboa e passando por locais com baixa densidade populacional.

Foram também estabelecidos três períodos diferentes do dia, para testar o sistema em diferentes fases de actividade ionosférica e diferentes situações de densidade de trânsito:

- Tarde: Ionosfera de carga elevada. Densidade média de trânsito
- Final da tarde: Período de transição da ionosfera. Situação de trânsito intenso.
- Noite: Estado mais baixo da actividade ionosférica. Densidade baixa de trânsito.

O ambiente escolhido para os testes permitiu medições através de uma variedade alargada de características de terreno para permitir testar a fiabilidade dos sinais do EGNOS através de diferentes cenários de interferência (áreas urbana, semi-urbana e rural). Todos os testes foram realizados na área de Lisboa. Para a região abrangida foram estabelecidas duas grandes rotas, tendo em consideração os cenários acima descritos. Estas foram:

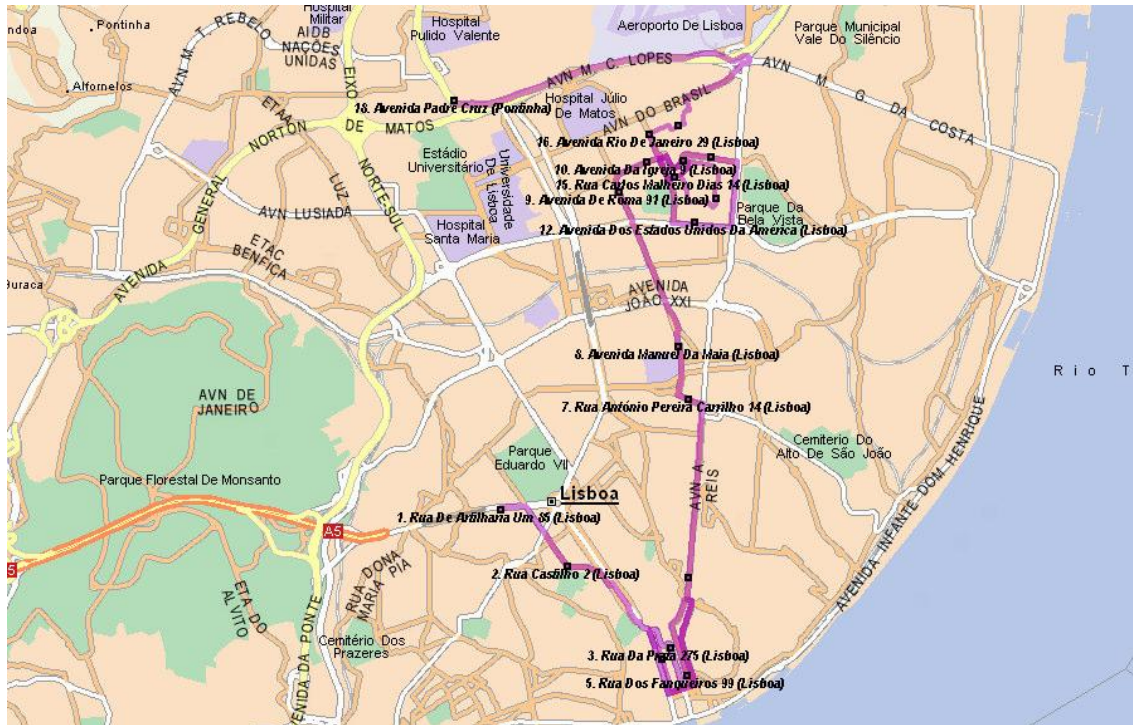


Figura 14: Rota 1 – Cenário Urbano

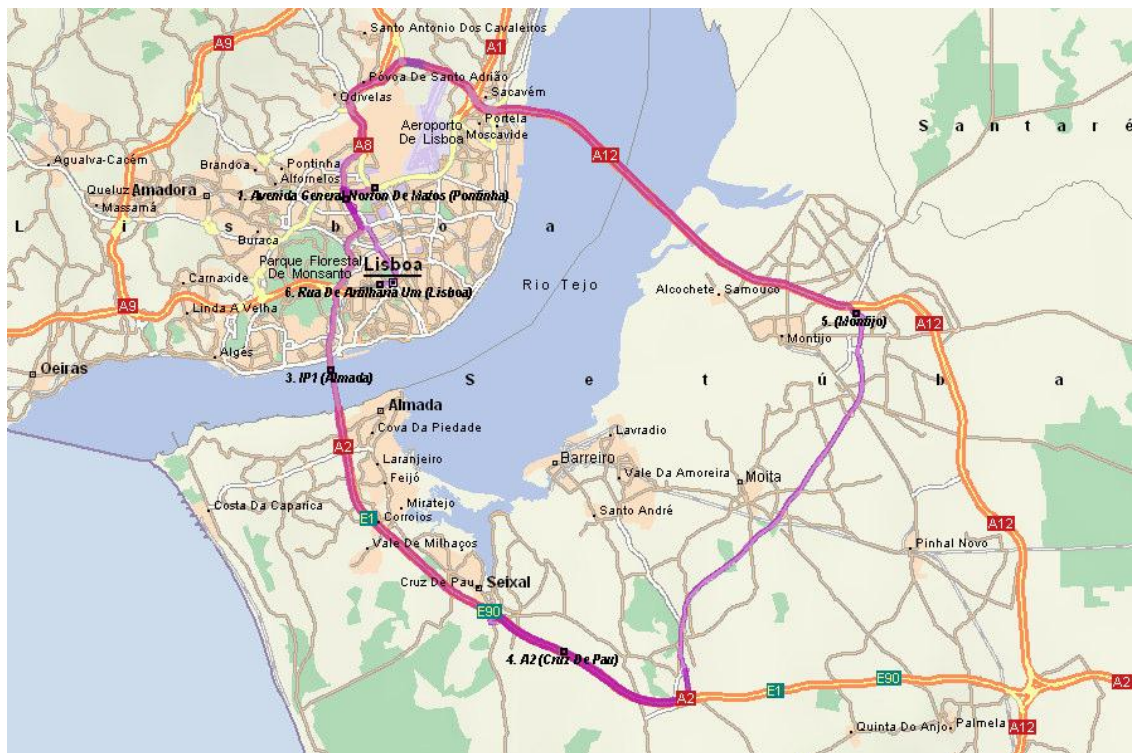


Figura 15: Rota 2 – Cenários Semi-Urbano e Rural

Os testes tiveram a duração de 3 semanas seguidas de um período de análise de todos os dados recolhidos. Este incluiu a análise RNP de todos os dados GNSS gravados e também análise de todos os dados saídos dos sistemas ARMAS implementados na infra-estrutura de testes para determinar a fiabilidade de cada serviço. Para o serviço de *Virtual Tolling* foram definidas as seguintes zonas de taxação nas áreas de teste:

- cordão urbano em Alvalade
- cordão urbano denso na “baixa” de Lisboa
- zona das portagens na Ponte 25 de Abril
- zona das portagens na Ponte Vasco da Gama

3.3.6.2. Conclusões após a análise dos dados recolhidos nos testes

Desempenho da taxação com base em GNSS

A solução de posicionamento GNSS+EGNOS parece ser suficientemente boa para a maioria das situações de taxação e os resultados obtidos mostram a sua eficácia para a maioria dos cenários apesar da necessidade de alguma afinação adicional na hibridação dos sensores inerciais com o GNSS, bem como nos algoritmos de *map-matching*.

O único ambiente dos testes em que os resultados não foram óptimos foi a área da “baixa” de Lisboa. Nesta área as estradas são estreitas (2 faixas mais passeios) e os edifícios têm 5 ou 6 andares de altura. Nesta área apenas ocasionalmente, aquando da paragem em semáforos, foi obtida uma posição fixa GNSS, deixando o veículo por longos períodos apenas suportado pelo sensor de inércia. Os resultados não foram óptimos mostrando que é necessário um esforço adicional de afinação da hibridação dos sensores inerciais com o GNSS

Conformidade do sinal GNSS com os requisitos do sistema a nível de:

- **Integridade**

A integridade do sinal GNSS está em conformidade com os requisitos de sistema em quase todos os ambientes onde os testes foram realizados, no sentido em que o sistema teve um comportamento correcto e produziu os resultados requeridos em termos de taxação.

Nos ambientes urbano-aberto e rural os requisitos do sistema em termos de integridade foram atingidos. Na zona urbana-densa os resultados não foram óptimos e é necessário trabalho adicional nos algoritmos de hibridação e na disseminação das mensagens EGNOS.

- **Disponibilidade**

A disponibilidade apresentou bons resultados baseados na capacidade do sistema de disponibilizar soluções de posicionamento independentemente da disponibilidade do GNSS.

A disponibilidade do sinal EGNOS foi de 61,28% o que se provou ser suficiente para estar em conformidade com os requisitos do sistema em áreas urbanas abertas e áreas rurais. Melhorias adicionais são necessárias para ambientes urbanos densos onde têm de ser encontradas melhores estratégias de disseminação.

- **Exactidão**

A exactidão beneficiou grandemente da utilização das correcções do EGNOS e foi, tal como esperado, muito melhor em ambientes rurais e não óptima no contexto urbano denso. A exactidão da solução de posicionamento parece ser suficientemente boa para todas as situações de taxação e os resultados obtidos mostraram a sua eficácia para os cenários testados.

Detecção correcta das áreas taxadas

Todas as áreas taxadas foram correctamente detectadas. As áreas cordão, pela sua natureza urbana, foram os casos mais complexos de detecção. Relativamente à zona do cordão de Alvalade o sistema de taxação baseado em GNSS do ARMASII detectou com uma elevada percentagem de certeza que o veículo tinha estado dentro da zona. Mesmo na zona da “baixa”, apesar de um desempenho menos óptimo a nível de posicionamento, a passagem através da zona foi sempre detectada em todos os testes. Para as zonas das portagens o trabalho do sistema não foi tão complexo, detectando sempre que o veículo tinha atravessado as pontes.

Cálculo correcto da taxa a aplicar

Sempre que o sistema detectou correctamente que um veículo deveria ser taxado, os algoritmos de cálculo da taxa tiveram um desempenho de acordo com as expectativas, ou seja calcularam correctamente a taxa correspondente a aplicar ao veículo nos diferentes cenários envolvidos nestes testes.

Capacidade do sistema em suportar a taxação usando tecnologia DSRC e GNSS (interoperabilidade)

Durante a análise dos dados dos testes todas as anomalias de detecção DSRC foram identificadas e a provou-se que a sua origem não estava relacionada com software ou dispositivos de hardware utilizados no ICS. Tendo em conta as detecções de taxação isoladas executadas durante os testes de desempenho da taxação com base em GNSS, não foram detectadas alterações evidentes quando foram executadas essas detecções em paralelo com os testes de detecção DSRC. Portanto é seguro assumir que o sistema tem a capacidade de suportar a taxação usando em simultâneo tecnologias DSRC e GNSS.

Suporte tecnológico e operacional da interoperabilidade – conformidade com os standards EFC relevantes

Todo o equipamento DSRC utilizado para este teste está em conformidade com o standard CESAREII, o qual provou ser suficiente para responder aos requisitos de recolha de dados do sistema. O software desenvolvido para o serviço *Virtual Tolling* seguiu o *standard* ISO17575 sempre que possível. Nesta condição presente este *standard* revelou-se algo limitado para os requisitos de comunicação do serviço de *Virtual Tolling*, o que levou à não consideração de diversas restrições impostas por este *standard* e à expansão do seu proposto modelo transaccional.

Nota: o *standard* ISO17575 ainda se encontra numa fase de “rascunho”. Com a emergência de novos projectos na área de *Virtual Tolling*, recomendamos que seja avançado o mais possível para corresponder aos requisitos actuais de um *standard* viável. Caso tal não seja atingido, a sua utilização deve ser evitada e outros *standards* deverão ser criados para responder aos requisitos dos serviços de *Virtual Tolling*.

Desempenho dos serviços de segurança (SOS Electrónico)

Foi necessário utilizar dados e voz em simultâneo para a funcionalidade de “SOS Request”. Os problemas sentidos nestes serviços foram essencialmente devidos à utilização de SMS e à sua falta de garantia de entrega da informação. Este facto foi

considerado aceitável para objectivos de demonstração. A forma futura de resolver estes problemas será a utilização de ligações UMTS de voz e dados.

Independentemente dos conhecidos problemas do SMS, o desempenho geral dos serviços foi satisfatório, uma vez que sempre que não havia falhas na comunicação as funcionalidades dos serviços foram executadas correctamente.

Utilidade do serviço “*Warnings Provision*” para aumentar o conhecimento do condutor sobre eventos na estrada.

O “*Warnings Provision*” demonstrou que pode ser útil, mas a utilidade do sistema depende mais da informação que é transmitida ao utilizador e da sua utilidade do que de aspectos técnicos relacionados com a implementação do serviço. A interoperabilidade entre “*Warnings Provision*” e “*SOS Request*” poderá trazer grandes melhorias pois quando é emitido um pedido de socorro o sistema pode ao mesmo tempo alertar os utilizadores mais próximos da possibilidade de acidente.

3.3.7. Avaliação Geral

Apesar de alguns resultados menos positivos em alguns aspectos os testes e demonstrações do projecto ARMAS mostraram a possibilidade de utilização de tecnologia GNSS para cobrança electrónica de portagens, SOS electrónico e fornecimento de avisos.

A implementação da infra-estrutura de testes e demonstração do ARMAS mostrou que é necessário um esforço adicional de standardização na área de *Virtual Tolling* com base em GNSS. Os esforços existentes de standardização não estão concluídos e a documentação existente, não final, para estas propostas de *standards* apresenta grandes falhas, aspectos indefinidos e limitações que tornam inútil qualquer esforço de conformidade. Muito cedo na fase de desenho se chegou à conclusão de que estes *standards* não abrangiam as necessidades do sistema e estavam incompletos. Durante as fases de desenho e implementação foi tentado seguir o máximo dos *standards* mas, na maior parte das vezes, esta tentativa apenas resultou em complexidade adicional sem quaisquer benefícios.

A solução de posicionamento GNSS+EGNOS parece ser suficientemente boa para a maioria das situações de taxaço e os resultados obtidos mostraram a sua eficácia na maioria dos cenários apesar de terem sido necessárias algumas afinações nos algoritmos de *map-matching*. O único ambiente dos testes onde os resultados não foram óptimos em termos de posicionamento foi a zona da “baixa” de Lisboa. Apesar

disso, a passagem pela zona de taxaço foi detectada em todos os testes. A “baixa” de Lisboa é composta por estradas estreitas com edifícios de 5 ou 6 andares de altura. Nesta área apenas ocasionalmente, aquando da paragem em semáforos, foi obtida uma posição fixa GNSS, deixando o veículo por longos períodos apenas suportado pelo sensor inercial. Os resultados não foram óptimos, no entanto um esforço adicional de afinação da hibridação dos sensores inerciais com o GNSS mostrou a obtenção de melhorias significativas, deixando espaço para melhorias adicionais.

Os algoritmos de *map-matching* necessitaram também de algum trabalho adicional, apesar de os resultados já mostrarem as vantagens da utilização de *map-matching* em *Virtual Tolling* e de os resultados serem suficientemente bons para a maioria das áreas.

A utilização de GPRS trouxe alguns problemas, uma vez que a sua latência e falta de fiabilidade se tornaram muito claras logo no início dos testes. Para a informação de cobrança, o desempenho do GPRS foi suficientemente bom uma vez que quando não havia cobertura GPRS os dados ficavam retidos do ICS até ser reposta novamente a cobertura sem afectar o comportamento do sistema.

3.3.8. O Futuro

Num futuro previsível algumas das tecnologias emergentes irão eliminar ou reduzir algumas das dificuldades encontradas actualmente no projecto ARMAS:

- **Galileo**

O ARMAS está projectado para evoluir para a utilização do sistema Galileo quando este estiver disponível. Como tal os requisitos de sistema do ARMAS consideram a utilização do EGNOS ao considerar a sua utilização como um passo intermédio para a total implementação e disponibilidade do Galileo. Havendo um maior número de satélites disponíveis e com funcionalidades adicionais trazidas pelo Galileo, os resultados actuais serão certamente melhorados pela redução, embora não eliminação, dos problemas actualmente sentidos em estradas estreitas e áreas urbanas densas.

- **UMTS**

A tecnologia UMTS com a sua fiabilidade e largura de banda mais elevada trará certamente algumas melhorias às comunicações entre o ICS e o AFP.

Os problemas actualmente sentidos com GPRS serão reduzidos com a utilização da rede UMTS. Quanto maior for a largura de banda e a fiabilidade, melhor a eficácia a nível de custos e as possibilidades adicionais, tais como utilização simultânea de voz e dados, resolverão alguns dos problemas encontrados nos testes do projecto ARMAS.

- **Avanços na tecnologia automóvel**

Os actuais avanços na tecnologia automóvel parecem indicar que algumas das necessidades que os testes do projecto ARMAS tiveram em utilizar hardware do próprio sistema possam de futuro estar integradas no próprio automóvel. Este facto permitirá uma redução no tamanho e custo do dispositivo ARMAS.

Receptor GNSS integrado – actualmente cada vez mais modelos de automóvel são vendidos com um sistema de navegação pré-instalado. Ter a possibilidade de ligação a estes dispositivos GNSS utilizando um protocolo sem fio, como Wi-Fi ou Bluetooth será uma evolução óbvia destes sistemas.

Tal permitirá a redução de custos do receptor propriamente dito e da instalação, uma vez que o ICS ARMAS e a antena estarão pré-instalados de uma forma não obstrutiva. Além disso, uma vez que o fabricante pode tirar partido da forma do carro para integrar a antena na sua estrutura, também é de esperar que a recepção seja melhor do que a de antenas instaladas *a posteriori*.

Rede integrada no automóvel – A instalação de redes integradas nos veículos é já uma realidade com as redes com fios CAN (*Controller Area Network*) já instaladas na maioria dos automóveis, apesar de os fabricantes não permitirem actualmente o acesso a esta rede.

No futuro é de esperar que os automóveis tenham uma rede sem fios usando uma tecnologia como Bluetooth ou Wi-Fi que possa ser usada para a comunicação entre dispositivos integrados no automóvel e dispositivos externos tais como computadores portáteis e PDAs e até entre automóveis.

Estas redes reduzirão a necessidade de cablagem adicional para ligar os dispositivos do veículo o que reduzirá os custos de instalação de um ICS ARMAS e poderá permitir a reutilização de dispositivos existentes no automóvel tais como receptores GNSS, sensores inerciais, odómetros, terminais de rede celular. Esta

rede poderá disponibilizar acesso Internet a todos os dispositivos internos ou externos do automóvel disponibilizando todas as necessidades de comunicação de um ICS ARMAS.

- **Sensores inerciais**

Os avanços actuais na tecnologia dos sensores inerciais já reduziram significativamente o preço destes sistemas para valores que os tornam uma opção para um dispositivo como o ICS ARMAS.

Esta área encontra-se em rápida evolução com um número significativo de fabricantes a produzir novos dispositivos e espera-se que o desempenho desses sistemas melhore e que os preços desçam. Será economicamente viável a inclusão de tais sistemas num ICS ARMAS.

Por outro lado os fabricantes estão já a começar a usar tais sistemas para tarefas específicas como sensores de choque e de aceleração. Daqui poderão resultar a produção em massa que originará redução de preços e a disponibilização destes sensores através da rede do automóvel. Qualquer destas possibilidades levará a uma redução do custo do ICS ARMAS.

3.3.9. Conclusão

Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) são um conjunto de tecnologias oriundas das aplicações da telemática nos veículos e nos sistemas de transportes sendo a telemática entendida como o resultado da união das telecomunicações com a informática.

Nos anos 80, analistas de tráfego e investigadores constataram que a aplicação da “alta tecnologia” oferecia a oportunidade de revolucionar o sector dos transportes, a nível de uma maior eficiência, maior segurança e menor poluição.

No início, muitos países seguiram o seu próprio caminho com vista a este fim, mas pelo início da década de 90 tornou-se aparente que muitos dos elementos desses programas eram comuns e que havia benefícios numa aproximação dos mesmos e assim surgiu o conceito ITS.

Actualmente, existem muitos países com organizações dedicadas à visão ITS e uma das suas principais características é que representam a colaboração de entidades governamentais, grupos de transportadores rodoviários, institutos de pesquisa, representantes das indústrias e académicos.

O projecto ARMAS constitui um excelente exemplo, com liderança de empresas nacionais, envolvendo empresas de tecnologia, operadores de auto-estradas, fabricantes de equipamentos, empresas de telecomunicações e institutos de investigação de diversos países europeus.

Apesar dos problemas inerentes aos modelos de negócio, a falta de investimento governamental nas infra-estruturas e a relutância inicial dos condutores em pagar por um LBS, a aplicação dos ITS está a evoluir a largos passos. Apesar dos ITS permanecerem invisíveis aos olhos do público em geral, eles existem nos sistemas de navegação de carros de luxo, na coordenação dos sinais luminosos nas estradas e na possibilidade de centros especializados ajudarem quem estiver numa situação de emergência. O futuro, no entanto, mostra-se extremamente interessante para os ITS, mesmo considerando que o público não consiga senão perceber alguns componentes de todo o sistema.

4. Análise

Com os casos apresentados pretendeu-se dar conhecer implementações a nível nacional e internacional dos LBS, sensibilizando para as diferentes tecnologias envolvidas e suas potencialidades. Segue-se um resumo comparativo destes casos práticos:

	ERS	Controlo do Crime	Projecto ARMAS
Área de aplicação	Desastres naturais, nomeadamente terremotos	Situações de crime	Transporte rodoviário
Scope	Desde a prevenção até ao desastre em si	Aproximação entre cidadão e autoridades na prevenção, localização e combate ao crime	Optimização da infraestrutura de transportes e segurança rodoviária
Fontes de informação	Sismógrafos, sensores, câmaras e outras fontes de informação	PDA's, telemóveis de indivíduos	Receptores GNSS e sensores inerciais
Tipos de dados	Solo, edifícios, estruturas, população	Locais de crime, informações do criminoso, fotografias do local do crime, trajectos para esquadras e locais de crime	Elementos rodoviários
Tecnologias utilizadas	SIG, câmaras digitais, comunicações móveis	Mapserver (SIG), comunicações móveis	GNSS, comunicações móveis (GSM/GPRS), DSRC
Componentes Principais	BD, SIG, Sistema de Estimativa Prévia	PDA, telemóveis, computadores	In-Car System (ICS) ARMAS Fixed-Parts (AFP)
Privacidade	Dados recolhidos não implicam uma invasão de privacidade do cidadão, aplicando-se a situações de catástrofe	Política de privacidade implementada de modo a proteger informações relevantes	Questões de privacidade resultantes da recolha de dados relacionados com o posicionamento dos veículos/condutores

Tabela 4: Comparação dos casos práticos apresentados

Os LBS possuem características que constituem um desafio complexo do ponto de vista tecnológico e comercial. A heterogeneidade e dispersão das fontes de informação, assim como a condição de mobilidade dos utilizadores, são aspectos que necessitam estar integrados e em interacção de forma uniforme.

Os sistemas de resposta à emergência e de gestão de acidentes constituem uma das áreas onde os LBS se revelam de extrema importância. Estes sistemas são uma defesa social contra os desastres naturais, grandes acidentes industriais e actos de terrorismo.

Um ERS pode ser considerado como um método organizacional de flexibilidade e resiliência, tendo em conta que as organizações e as entidades públicas devem estar preparadas para responder e recuperar de catástrofes e eventos súbitos e não antecipados.

Os ERS constituem uma *framework* integrada e consistente para uma efectiva e eficaz resposta a desastres. Para tal recorrem a um conjunto de tecnologias de vários campos como as telecomunicações, processamento de dados geo-espaciais, posicionamento e processamento de informação.

Países com um grande desenvolvimento tecnológico como os Estados Unidos e o Japão, sujeitos a grandes catástrofes naturais como os terremotos, fazem uma forte aposta ao nível da pesquisa e desenvolvimento de ERS.



Figura 16: Respostas à emergência

Os SIG são ferramentas essenciais para uma tomada rápida de decisões na gestão de desastres. Muitos ERS baseados em SIG, para terremotos (como os aqui apresentados), inundações e outros desastres naturais foram desenvolvidos usando SIG 2D com sistemas de visualização 3D. Estes sistemas têm limitações na representação 3D da complexa estrutura interna de edifícios, pelo que é essencial o desenvolvimento de sistemas com a capacidade de lidar com situações em micro-ambientes, como grandes edifícios públicos, centros comerciais ou redes subterrâneas de metropolitano.

De facto, desastres em ambientes muito densamente povoados (como tsunamis na Ásia) são difíceis de gerir utilizando apenas informação geo-espacial a 2D. É necessária a utilização de tecnologias e processos inovadores para a fase de resposta na gestão de desastres e emergências.

Também, ao contrário de muitos desastres naturais, os desastres induzidos pelo ser humano, como os ataques terroristas de 11 de Setembro de 2001, ocorrem em zonas urbanas em micro-espacos de estruturas com múltiplos níveis (como edifícios), onde a evacuação é um factor crucial.

A evacuação é um componente importante de um ERS. Desde a década de 80 que têm sido efectuadas muitas pesquisas na área dos SIG para resolver problemas de evacuação numa escala urbana. Foram desenvolvidos planos em ambientes bi-dimensionais para otimizar o movimento de veículos de emergência em redes de estradas, bem como definidos planos de evacuação em micro-espacos tal como edifícios ou navios. No entanto estes sistemas, concebidos para operar em situações ideais independentemente do sucedido, nem sempre funcionam em situações reais.

As situações de emergência em áreas urbanas requerem uma excelente coordenação entre diferentes grupos de salvamento e apoio, informação adequada (especialmente informação geo-referenciada) e inteligência na comunicação de ordens e informação aos diferentes participantes.

Muitos países têm planos de resposta a desastres claros, bem definidos e bem estruturados, mas infelizmente estes não são bem implementados em situações reais. O problema torna-se ainda mais grave quando estão envolvidas operações entre equipas de diferentes países, que deveriam ter a capacidade de actuar como uma única unidade.

Por estas razões, ultimamente têm sido propostos Sistemas Inteligentes de Resposta à Emergência baseados em SIG [Kwan e Lee, 2005] para avaliar o potencial benefício dos SIG 3D para melhorar os tempos de resposta à emergência. A extensão do SIG 2D para 3D para representar a estrutura interna de edifícios e as áreas circundantes pode melhorar significativamente a velocidade geral das operações de salvamento.

Outra área extremamente sensível quer para indivíduos quer para as autoridades é a segurança individual dos cidadãos, sendo cada vez mais despendidos recursos e energias na elaboração de planos de segurança.

Os LBS podem gerar uma série de serviços baseados na informação georeferenciada, podendo criar inúmeros benefícios para a comunidade e para as autoridades, como por exemplo encontrar geograficamente uma pessoa que necessita de ajuda urgente ou então encontrar um criminoso que é procurado pelas autoridades.

Nas chamadas de emergência, tais como chamadas a reportar furtos, sequestros, sinistros e outros crimes mais graves, quem atende as chamadas terá uma capacidade de resposta maior quanto mais informação exacta tiver sobre a localização de quem está a efectuar a chamada.

No caso do modelo tailandês apresentado de controlo do crime, talvez o maior desafio esteja na política de privacidade e na sua aplicação, embora apenas num futuro próximo conheçamos as consequências para a sociedade da implementação de tal modelo.

Ainda relacionado com esta área de controlo do crime existe um outro dilema legal/ético que é o da possibilidade de monitorizar pessoas suspeitas de actividades criminosas. Será considerado razoável interferir na liberdade de alguém que é apenas *suspeito* de ter cometido um crime? Que provas serão necessárias recolher para que seja emitido um mandato pelas autoridades a autorizar tal monitorização?

A nível do controlo dos indivíduos através de LBS podemos, assim, distinguir 3 tipos de utilizadores:

- Utilizador voluntário. O tipo de utilizador mais comum, provavelmente usando aplicações LBS comerciais tais como aplicações de orientação/navegação em veículos.

- Utilizador “obrigatório”. Possível na forma de aplicações legais (ex. prisão domiciliária) e em aplicações domésticas (ex. *tracking* de menores).
- Não utilizador. Com a massificação dos LBS tenderá a ser um grupo cada vez mais reduzido. Muitos terão razões pessoais ou financeiras para não adoptar as tecnologias LBS.

No que respeita ao utilizador voluntário, temos como aspectos positivos:

- Escolha. O utilizador pode optar por “sair” de um LBS ao desligar, desactivar ou suspender um dispositivo.
- Segurança. Uma informação precisa de localização pode disponibilizar ajuda atempada no caso de uma emergência.
- Conveniência. Facilidade acrescida nas transacções de rotina, como portagens.
- Segurança do indivíduo. Capacidade de acesso e navegação.

No entanto temos também que considerar os seguintes pontos negativos:

- Risco de segurança. Apesar da utilização ser voluntária, o utilizador não tem controlo sobre quem acede à sua informação de localização
- Risco de privacidade. Potencialmente, a informação de localização ou de transacções automáticas podem ser “seguidas” até ao seu utilizador.
- Falsa sensação de segurança. Alguém a monitorizar à distância não poderá necessariamente ajudar numa situação de emergência, tal como na prevenção de uma rapto, ataque ou acidente.

No que respeita a utilizadores “obrigatórios”, os factores positivos da utilização dos LBS serão:

- Segurança. A segurança pessoal poderá ser aumentada - se alguém souber sempre onde o utilizador se encontra.
- Responsabilidade. A localização pode ser monitorizada constantemente, pelo que o utilizador poderá ser responsabilizado pelas suas actividades. Se for cometido um crime, o utilizador poderá ser incriminado ou ilibado baseado na sua informação de localização.
- Segurança da sociedade. O facto do utilizador saber que alguém está a par dos seus movimentos pode dissuadi-lo de participar em actividades criminosas



Figura 17: Dispositivos de vigilância electrónica

No entanto, também para este grupo de utilizadores, temos factores negativos como:

- Invasão de privacidade. A localização pode ser acedida em qualquer altura com ou sem consentimento do utilizador.
- Risco de segurança. A informação de localização está sempre disponível, pelo que a fuga de informação poderá ser potencialmente muito grave.
- Autonomia decrescida. A independência é importante para o bem estar mental e emocional.
- Falsa sensação de segurança para o indivíduo. O facto de alguém estar a observar à distância não significa que possa prevenir que algo de mal que aconteça.
- Falsa sensação de segurança para a sociedade. A monitorização não significa que os crimes não possam ser cometidos

Uma outra área de aplicação que se destaca é a dos ITS. Um Sistema Inteligente de Transportes aplica as novas tecnologias de comunicação e de localização na melhoria dos sistemas de transportes e na optimização da rede de estradas, resultando numa maior eficiência, maior segurança e menor poluição.

O projecto ARMAS aqui apresentado constitui um excelente exemplo, com liderança de empresas nacionais, envolvendo empresas de tecnologia, operadores de auto-estradas, fabricantes de equipamentos, empresas de telecomunicações e institutos de investigação de diversos países europeus.

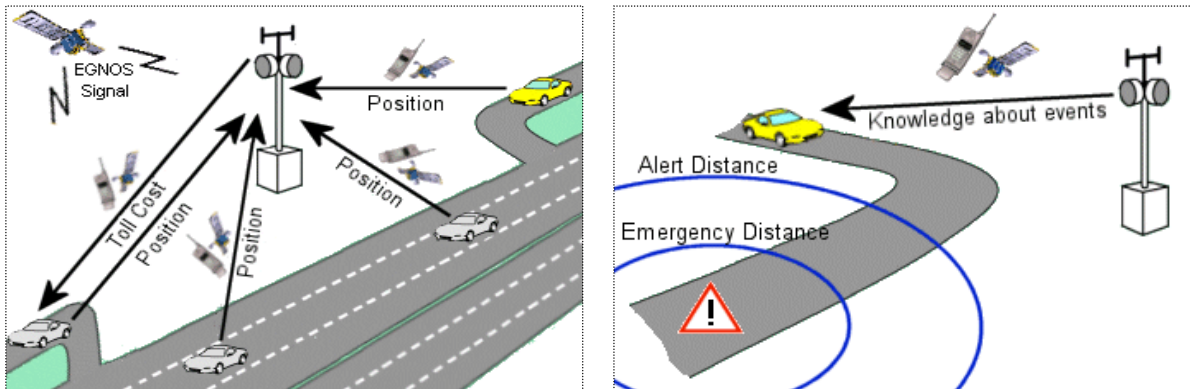


Figura 18: ARMAS – Cobrança electrónica de portagens e Fornecimento de avisos

Os ITS podem ajudar pessoas e bens a circular de forma mais segura e eficiente ao permitir a comunicação entre viajantes, veículos e infra-estrutura.



Figura 19: Transportes rodoviários

O objectivo dos ITS é a aplicação da tecnologia mais recente aos sistemas de transportes, resultando em melhorias a nível de mobilidade, segurança, qualidade do ar e produtividade. Os produtos e serviços ITS:

- Recolhem e transmitem informação sobre condições de trânsito e *timings* para ajudar os viajantes a antes e durante as suas deslocações.
- Permitem aliviar os congestionamentos através da redução do número de incidentes de trânsito, resolução mais rápida dos mesmos, reencaminhamento do

trânsito nessas situações, bem como através da cobrança automática de portagens de circulação.

- Aumentam a produtividade e eficiência das frotas comerciais, de transportes e das forças de segurança pública através de sistemas *tracking*, *dispatching* e navegação.
- Ajudam os condutores a alcançar os seus destinos através dos sistemas de navegação nos veículos

Hoje em dia termos como “congestionamento”, “ineficiência”, “acidentes” e “poluição” estão frequentemente ligados à infra-estrutura de trânsito actual. Os congestionamentos de trânsito têm custos elevados em termos de produtividade, os acidentes causam milhares de vítimas mortais e milhões de feridos, as emissões dos veículos são uma maiores causas da poluição atmosférica – camiões, autocarros e automóveis parados no trânsito emitem toneladas de poluentes e têm enormes gastos de combustível.



Figura 20: Acidente de trânsito

A construção de mais estradas e auto-estradas não resolve os problemas de base do sistema de transportes. É necessária uma solução que seja economicamente viável e ambientalmente eficiente. As tecnologias ITS podem contribuir para essa solução através da melhoria da segurança rodoviária, implementação de capacidades de gestão dinâmica de tráfego e disponibilizando mecanismos de cobrança electrónica de portagens.

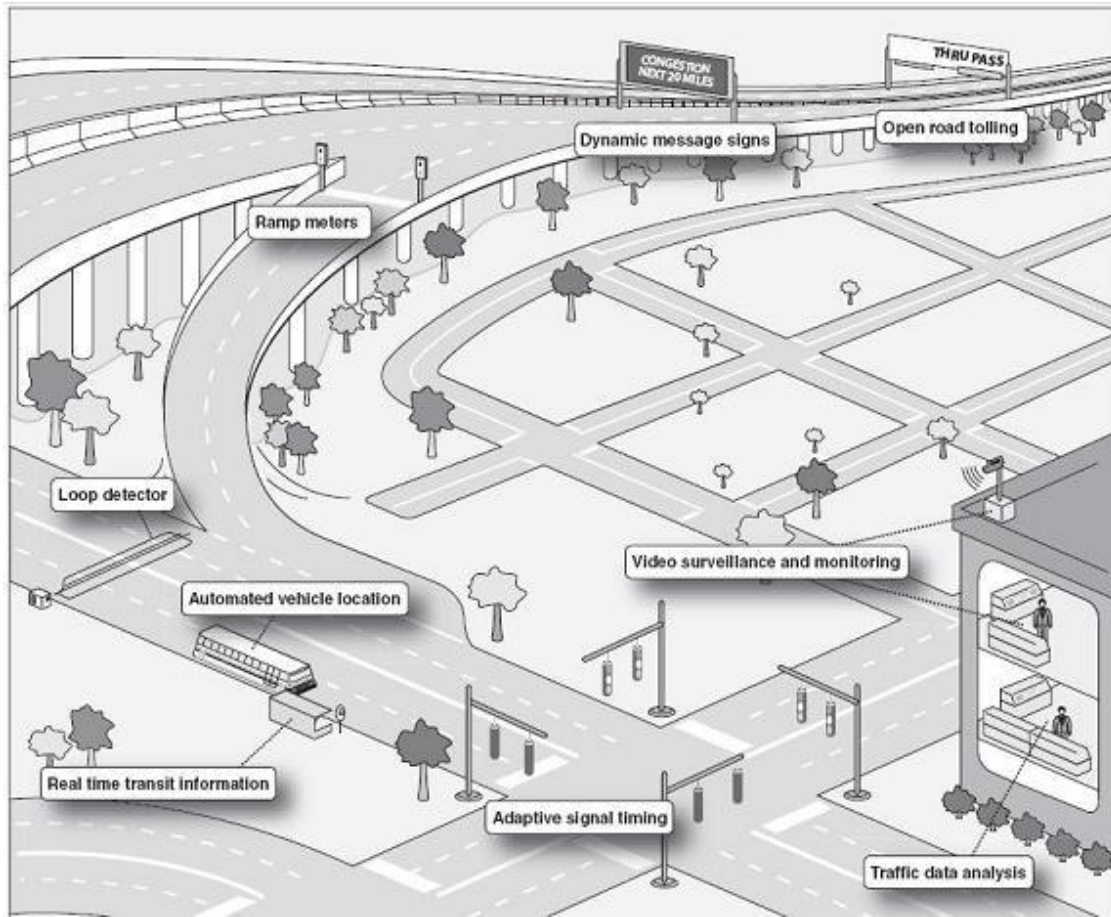


Figura 21: Aplicações dos ITS

A importância dos ITS para o planejamento da infra-estrutura de transportes tem-se tornado cada vez mais evidente, uma vez que oferece muitos potenciais benefícios para áreas como a gestão de transportes públicos, transportes comerciais e segurança rodoviária, para além da área de serviços e produtos de consumo. No entanto, muitas destas novas tecnologia ITS levantam novos riscos para a privacidade.

Os ITS têm a capacidade de recolher grandes quantidades de informação relativa aos transportes, incluindo informação potencialmente sensível sobre indivíduos e empresas específicas. Com esta capacidade surge a responsabilidade de utilizar esta informação para finalidades socialmente aceitáveis e de proteger a informação privada de empresas e indivíduos. Os dados ITS têm frequentemente valor para múltiplos grupos do sector público e privado. Assim, de modo a obter o máximo benefício dos dados ITS, os gestores dos sistemas têm de encontrar formas de proteger a informação privada sem comprometer o valor potencial desses dados. É importante a definição de políticas relativas à utilização dos dados e disseminação para

organizações externas, para assegurar que os dados não sejam usados de forma inapropriada.

Assim, embora historicamente não tenha sido um factor de maior importância para os profissionais da área dos transportes, as considerações sobre a privacidade estão a tornar-se cada vez mais importantes, uma vez que a aceitação do público das novas tecnologias ITS depende grandemente da resposta às preocupações relacionadas com a sua privacidade. É necessário que as entidades da área de transportes envolvidas com ITS tenham uma política de privacidade que inclua princípios como responsabilidade, identificação da finalidade no momento da recolha de informação, consentimento, limitação de utilização e divulgação, acesso individual e possibilidade de correcção, qualidade dos dados, normas de segurança e limitação de retenção de dados.

5. Conclusões

Desde a aplicação da norma E911 nos Estados Unidos, que os LBS são considerados a próxima “*killer application*”, mas esta promessa ainda não se materializou [IDC, 2004]. De facto, há alguns anos atrás a maioria dos observadores acreditava que a utilização de serviços de localização móvel iriam ter um rápido aumento, mas a verdade é que tal ainda não aconteceu.

A regulamentação da União Europeia para o serviço de emergência 112 (E112) requer a localização das chamadas de emergência e levou as operadoras a instalar tecnologia de posicionamento nas suas redes. Apesar de – ao contrário do correspondente americano E911 – ainda não haver um requisito mínimo de exactidão, todos os operadores têm de fornecer informação básica de localização, tipicamente baseada na identificação da célula.

Actualmente a localização é vista, não propriamente como um serviço ou conjunto de serviços, mas como um catalizador de serviços. Enquanto alguns LBS estão dependentes da precisão exacta (serviços de navegação), outros como os serviços de informação são perfeitamente praticáveis utilizando somente Cell-ID de baixa precisão. Assim, muitas tecnologias de baixa precisão continuam a manter o seu interesse porque são independentes do dispositivo, permitindo a localização de todos os telemóveis o que, como é óbvio, aumenta a dimensão do mercado alvo.

Diversos factores importantes podem finalmente lançar o mercado dos LBS em geral. As operadoras móveis procuram, cada vez mais, novas formas de manter o ARPU (receita média por cliente), à medida que o preço das chamadas continua a decrescer devido a concorrência e a regulamentação, podendo os LBS definitivamente contribuir com novas formas de obtenção de receitas.

Actualmente, a maioria das operadoras móveis na Europa disponibilizam algum tipo de serviço LBS para além da localização de chamadas de emergência. Muitos destes serviços, por exemplo os de navegação, destinam-se quer a clientes finais quer a empresas. Existe também uma gama de serviços destinados especialmente aos clientes empresariais, focados essencialmente na eficiência operacional e na

segurança dos trabalhadores. Como exemplo, temos os serviços de *tracking* aplicados a frotas, funcionários e bens. Estes serviços são frequentemente fornecidos por empresas que utilizam dados de localização disponibilizados por atacado ou soluções baseadas em GPS para oferecer serviços através de várias redes e países.

Os serviços de localização não servem apenas para determinar as coordenadas posicionais. Seja através de GNSS ou de sistemas terrestres, os LBS podem auxiliar os automobilistas, orientar os turistas ou informar o público em geral sobre características e serviços referentes a determinada zona ou região. No âmbito empresarial, os dispositivos móveis com GPS podem gerar inúmeras aplicações, aumentando a eficiência dos negócios e produtividade das equipas móveis. Localizar automaticamente a viatura mais próxima para responder a uma dada necessidade ou o comercial mais próximo para atender um pedido no cliente serão situações comuns na maioria das empresas.

Estes cenários levantam questões relativas à privacidade, questões que geram polémicas e discussões em torno do tema.

Para o sucesso de um LBS são necessários diversos factores. É necessário que exista procura de um dado serviço, que esteja disponível a tecnologia para alguém disponibilizar o serviço de uma forma *user friendly*, a um preço aceitável e tem de existir um modelo de negócio viável.

A evolução de modelos de negócio em maturação e a evolução tecnológica a nível dos dispositivos tornam possível um maior número de LBS para várias necessidades de clientes bem como uma experiência melhorada de utilização desses serviços.

A procura de certos tipos de serviços não tem sido questionada, no entanto têm faltado capacidades a nível de facilidade de utilização e de elevado nível de exactidão de localização com um desempenho consistente em todos os ambientes. Acreditamos que os serviços de *tracking* (ex. *tracking* de crianças) constituem uma área com potencial de sucesso no âmbito das aplicações LBS. Os serviços de *tracking* actualmente disponíveis constituem um primeiro passo, mas estão frequentemente limitados pela utilização de telemóveis normais e tecnologia de posicionamento pouco exacta, baseada em cell-ID. Simultaneamente, a maioria dos serviços que utilizam dispositivos de seguimento dedicados têm o problema do valor elevado destes dispositivos devido ao seu volume limitado. Será dado um grande passo nesta área

quando forem disponibilizados dispositivos dedicados, fabricados em quantidades suficientemente elevadas para manter um unitário baixo e implementada tecnologia de posicionamento com níveis de exactidão melhorados.

Um factor consensual nos diversos estudos analisados é o interesse dos consumidores nos LBS, principalmente nos serviços relacionados com navegação, tais como indicações de condução, visualização de mapas no telemóvel, informação de trânsito local ou informação meteorológica local.

A procura de dispositivos com capacidade GPS, quer por operadores quer por utilizadores, tem aumentado e o interesse por LBS tem aumentado por parte dos consumidores. As operadoras vêem nos LBS uma nova fonte de receita que poderá colmatar a redução das receitas provenientes dos serviços de voz, assim como poderá potenciar investimentos em tecnologias de posicionamento para localização de chamadas e serviços de resposta à emergência. Embora nem todos os LBS estejam dependentes de tecnologias de alta precisão de posicionamento, outras tecnologias, que incluem serviços de navegação e de *tracking* beneficiam bastante com uma maior precisão de posicionamento.

As novas soluções de A-GPS, que permitem implementações escaláveis e com custos minimizados de tecnologia de localização e com melhor compatibilidade entre equipamentos de diferentes marcas, estão a fomentar o interesse das operadoras no A-GPS.

O interesse do utilizador final por LBS aumenta ao mesmo tempo que novos e melhorados serviços e melhores dispositivos melhoram a sua experiência e percepção do valor dos mesmos. Os fabricantes de dispositivos aproveitam ao máximo a oportunidade de capitalizar sobre o interesse nos LBS, com especial incidência sobre serviços de navegação pessoal.

Actualmente os dispositivos específicos de navegação pessoal estão a dominar o mercado navegação pessoal na maioria dos países, existindo um crescente interesse na integração de serviços de navegação nos telemóveis.

De facto, as aplicações LBS prometem crescer substancialmente nos próximos anos com auxílio da telefonia móvel, gerando um grande potencial de oportunidades para programadores, pois os métodos de localização estão cada vez mais precisos e a

convergência de receptor GPS e telemóvel permitirá principalmente a independência e o baixo custo, uma vez que nenhum software adicional precisa ser instalado nem no aparelho móvel nem na operadora.

Os fabricantes de telemóveis podem tirar partido deste desenvolvimento e fomentar a venda de telemóveis de substituição nos mercados maduros através da introdução de GPS nos seus novos modelos. Hoje em dia a maioria dos telemóveis WCDMA com GPS são smartphones cujo alvo é o segmento da navegação pessoal. Actualmente, assistimos já a um elevado número de modelos com funcionalidades de navegação no mercado de comunicações móveis. Até ao final da década será de esperar que mais de um terço dos equipamentos vendidos tenham receptores de GPS ou Galileo integrados [BergInsight], à medida que o custo dos componentes vai reduzindo e que cada vez mais utilizadores se familiarizam com as potencialidades da localização.

Em alguns mercados, as operadoras disponibilizam *feeds* a agregadores ou directamente a terceira partes que desenvolvem aplicações. Esta prática deverá alargar-se uma vez que novas oportunidades de mercado surgirão quando for possível atingir mercados mais alargados e a um custo mais eficaz. Poderão ser desenvolvidas quer aplicações para o mercado de massas que aplicações para nichos de mercado assim que o acesso a dados de localização para todos os subscritores de todas as redes estiver disponível.

Mais de 40% das receitas dos LBS tem actualmente origem em serviços de terceiras partes para clientes empresariais, tais como soluções de *tracking* e gestão de frotas. Apesar das receitas dos serviços de *tracking* no mercado de consumo poderem aumentar substancialmente nos próximos anos, o segmento empresarial continuará a ser o que mais contribuirá para as receitas deste tipo de serviços. As operadoras podem hoje escolher entre soluções *hosted* variando desde plataformas básicas de posicionamento até soluções completas com aplicações e conteúdo. Assim, até as operadoras mais pequenas em países com poucos subscritores, podem lançar serviços para aumentar o retorno nos necessários investimentos para ficarem em conformidade com a regulamentação E112.

Uma área de enorme potencial para a aplicação dos LBS é a da gestão de trânsito. Hoje em dia diversos países têm organizações dedicadas aos ITS. Quando adequadamente implantados nos sistemas de transporte e nos próprios veículos, os

ITS podem actuar de forma muito directa na redução de congestionamentos, no aumento da produtividade e no salvamento de vidas. Existem inúmeros exemplos de aplicações de ITS, como a sinalização semafórica de tráfego nas cidades, *tracking* de frotas de veículos via satélite e a aplicação de portagens ou taxas de utilização rodoviárias.

É importante destacar, no entanto, que as aplicações de ITS não representam a solução final para todos os problemas de trânsito. Mas, sempre sempre que aplicados correctamente, os ITS podem ser instrumentos poderosos para aumentar de maneira significativa e comprovada a fluidez e a segurança do tráfego de veículos, pessoas e mercadorias.

Existem ainda questões que precisam de ser resolvidas para que todo o potencial dos LBS possa ser disponibilizado. Um exemplo é o *roaming* dos serviços de localização necessita de ser possível, para que os utilizadores possam ter acesso a este tipo de serviços quando se encontram no estrangeiro. A standardização nesta área encontra-se actualmente em evolução sendo de esperar que em poucos anos a maioria destas questões esteja resolvida.

6. Referências Bibliográficas

ARMAS Phase II Consortium (2006). *ARMAS Phase II – D2.7.9 – Final Project Report – Executive Summary*

Boondao, R. (2004). *A Model of Location Based Services for Crime Control*. GIS@development. Fevereiro de 2004, Volume 8, número 2.

Burrough, P.A., & Mcdonnell, R.A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press

Chatterjee, A. (2001). *Role of GPS in navigation, Fleet Management and other Location Based Services*.

Consultado em 14 de Maio de 2005, em GIS Development: <http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/techgp0045.htm>

Comissão Europeia (2001). Livro Branco – A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções.

Costa, J. & Bação, F. (2003). *O Papel do Data Mining Geo-Espacial nos Location Based Services*.

Derek, B., *Location-based Services – Because ‘Where’ Is What Matters*. Consultado em 23 de Junho de 2005, em <http://gis.esri.com/library/userconf/proc01/professional/papers/pap305/p305.htm>

Edwardes, A., *Location-Based Services Require the Immediacy of Time and Location*. Consultado em 28 de Junho de 2005, em <http://www.geoplace.com/bg/2001/0601/0601std.asp>

Edwardes, A., *Interoperability Pieces Together Location-Based Services*. Consultado em 28 de Junho de 2005, em <http://www.geoplace.com/bg/2001/0601/0601std.asp>

ESRI (2002). *What are Location Services? – From a GIS Perspective*. Consultado em 6 de Junho de 2007, <http://lbs360.directionsmag.com/LBSArticles/ESRI.What%20are%20LS%20Whitepaper.pdf>

Freitas, A. & Queluz, M. & Rodrigues, A. (2004). *Avaliação da qualidade dos serviços de localização com recurso a sistemas de informação geográfica*

inCode (2005). *People tracking – a potential break through LBS application*

Jensen, C. S., Friis-Christensen, A., Pedersen, T. B., Pfoser, D., Saltenis, S., & Tryfona, N. (2001). *Location-Based Services—A Database Perspective*. Consultado em 13 de Junho de 2005, em Norwegian University of Life Sciences em <http://www.nlh.no/conf/scangis2001/papers/jensen.pdf>

Karimi, H. A. et al. (2004). *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*. CRC Press

Krumm, J., Shafer, S. (2005). *Data Store Issues for Location-Based Services*. Microsoft Research.

Kwan, M-P. & Lee, J. (2005). *Emergency response after 9/11: the potential of real-time 3D GIS for quick emergency response in micro-spatial environments*.

Niedzwiadek, H (2002). *Where's the Value in Location Services?* Consultado em 6 de Junho de 2007, em <http://lbs360.directionsmag.com/LBSArticles/HN.Where's%20the%20Value%20in%20Location%20Services.pdf>

Peng, Z-R. & Tsou, M-H. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless* John Wiley and Sons, Inc.

Quintas, A.M., Costa, J.J. & Ribeiro, V.H. (2003). *The use of GIS in the Analysis of Customers Mobility Routes*.

Robbins, R., *Where Is Waldo? – An Explanation of an International Location Based Service*. Consultado em 23 de Junho de 2005, em <http://gis.esri.com/library/userconf/proc02/pap0762/p0762.htm>

Schiller, J., & Voisard, A. (2004). *Location-Based Services*. Morgan Kaufman Publishers.

Spinney, J., (2003). *A Brief History of LBS and How OpenLS Fits Into the New Values Chain*. ESRI

Spinney, J., (2003). *Mobilizing Existing Users of Geographic Information – The Dumb Pipe Approach for LBS*. ESRI

Thorat, D. & Waryas, K. (2004). *U.S. Celular Location-based Services 2004-2008 Forecast and Analysis: Mapping a Mobile Future*. IDC

VanderMeer, J. *Will Wireless Location-based Services Pay Off?* Consultado em 28 de Junho de 2005, em <http://www.geoplance.com/bg/2001/0201/0201pay.asp>

Wheelock, C. (2004). *Consumer Demand for Location-Based Services*. In-Stat MDR.

Zlatova, S. (2005). *A Proposed System Architecture for Emergency Response in Urban Areas*.

Outros sites Web consultados (entre Novembro de 2006 e Agosto de 2007):

European Commission - Energy and Transport - GALILEO:

http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/index_en.htm

Berg Insight: <http://www.berginsight.com>

ESA - Navigation - EGNOS: <http://www.esa.int/esaNA/egnos.html>

FCC - Enhanced 911: <http://www.fcc.gov/pshs/911/enhanced911>

GPS - Portal - NARA: <http://www.nara.org.br/servicos/ntp/gps>

InfoGPSonline.com: <http://www.infogpsonline.com>

LBS Insight: <http://www.lbsisight.com>

Teleco: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutoriallbs>

The Location Based Service zone: <http://www.lbszone.com>

Trimble - GPS Tutorial: <http://www.trimble.com/gps/index.shtml>

University of Colorado at Boulder - Global Positioning System Overview:

<http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps.html>